

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-057496

(43)Date of publication of application : 09.03.1993

(51)Int.CI.

B30B 11/02

B30B 15/18

(21)Application number : 03-247028

(71)Applicant : FANUC LTD

(22)Date of filing : 31.08.1991

(72)Inventor : NAKAGAWA TAKEO

TSURU HIDEAKI

INABA ZENJI

TAIRA TAKAYUKI

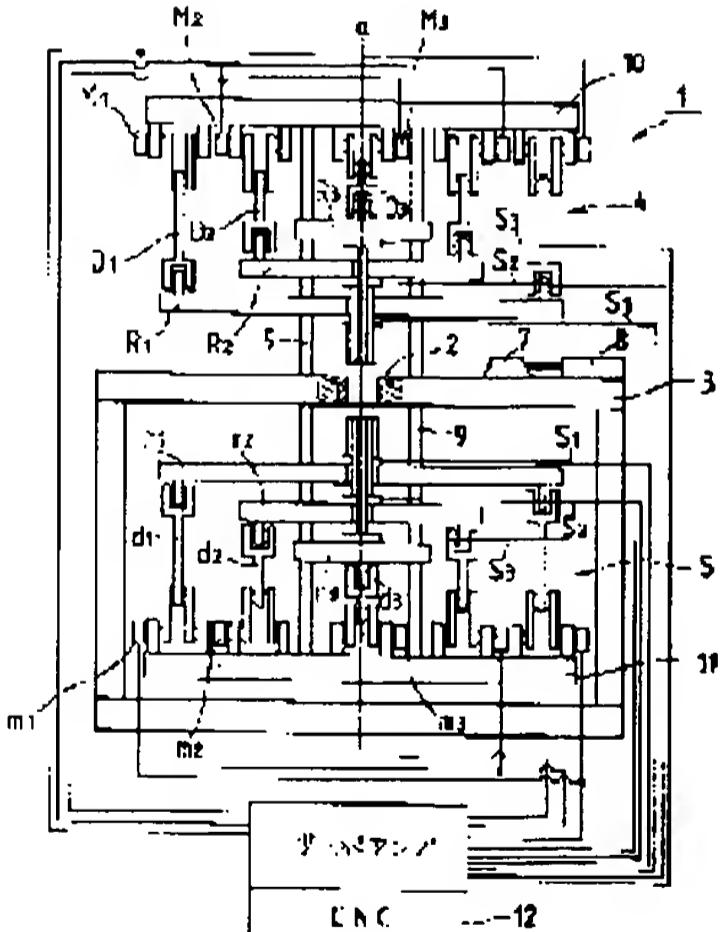
MURANAKA MASAKI

## (54) MULTI STAGES MOTOR DRIVEN POWDER COMPACTING MACHINE AND COMPACTING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To manufacture the compact having many kinds of pressing plane form by driving each partial punch with each servo motor respectively.

CONSTITUTION: On a multi stages motor driven powder compacting machine 1, the punch is composed of multi stages with partial punches, each partial punch can be driven respectively with each servo motor M (m1, m2, m3), then a controller 12 which controls these servo motors is provided. Therefore, each partial punch can be made by setting and operating freely about the operating order, the operating timing, the position and the compression force, accordingly, the compacting providing many kinds of pressing plane form can be obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.08.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁(JP)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-57496

(43) 公開日 平成5年(1993)3月9日

(51) Int. C1.5

B 30 B 11/02  
15/18

識別記号 庁内整理番号

H 7128-4 E  
L 7128-4 E  
F 7728-4 E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6

(全14頁)

(21) 出願番号

特願平3-247028

(22) 出願日

平成3年(1991)8月31日

(71) 出願人 390008235

フアナツク株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

(72) 発明者 中川 威雄

神奈川県川崎市中原区市ノ坪223-4-416

(72) 発明者 鶴 英明

千葉県市川市湊3-3-103

(72) 発明者 稲葉 善治

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 フアナツク株式会社商品開発研究所内

(74) 代理人 弁理士 竹本 松司 (外2名)

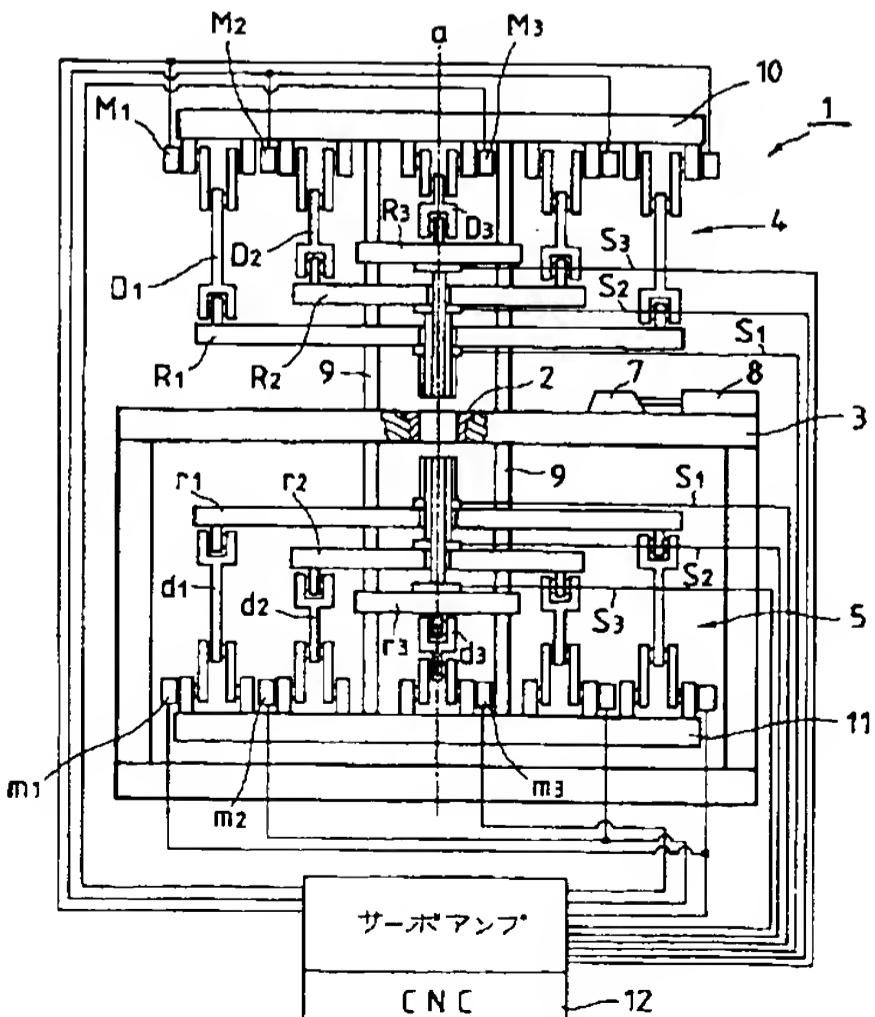
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】多段電動式粉末成形機と圧縮成形方法

(57) 【要約】

【目的】 パンチを部分パンチからなる多段に構成し、各部分パンチを作動順序、作動タイミング、位置および圧縮力について、自由に設定し、実行できるようにした電動式粉末成形機の提供。

【構成】 パンチを構成する各部分パンチのそれぞれを、各自のサーボモーターで駆動できるようにし、これらのサーボモーターを制御する制御装置を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 成形空間を形成するダイとパンチを備え、パンチは複数の部分パンチから構成され、各部分パンチはそれぞれ加圧ラムに取り付けられ、加圧ラムはサーボモーターを駆動源とするそれぞれの直線移動機構に結合され、さらに、各サーボモーターの駆動を制御する制御装置が設けられていることを特徴とする多段電動式粉末成形機。

【請求項2】 部分パンチの圧縮力を検出する圧力センサーを設け、制御装置が上記圧力センサーの出力があらかじめ設定した圧縮力に相当するものとなるように、その部分パンチに関するサーボモーターの駆動を制御する機能を備えたものであることを特徴とする請求項1に記載の多段電動式粉末成形機。

【請求項3】 成形空間に充填された成形粉末をパンチで圧縮成形する方法であって、パンチによる圧縮面を複数に分割し、各分割面を設定した順序、タイミング、位置あるいは圧縮力の組み合わせで押圧し、所定の押圧面形態を有する圧粉体を得ることを特徴とした圧縮成形方法。

【請求項4】 一つの成形過程に複数の成形粉末充填ステップと圧縮ステップを順序を持たせて組み合わせ、先に形成された圧縮成形部分に次の圧縮成形部分を連結していくことを特徴とした請求項3に記載の圧縮成形方法。

【請求項5】 成形空間に成形粉末を充填した後、パンチで該空間を閉じ、押圧前に各分割面の位置を定めて押圧面形態を形成することにより成形空間内部の成形粉末を移動させることを特徴とした請求項3に記載の圧縮成形方法。

【請求項6】 パンチによる押圧を本押圧とその前の仮押圧とし、仮押圧の後、一部の分割面を移動して押圧面形態を完成させることを特徴とした請求項1または、請求項3に記載の圧縮成形方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、各種金属やセラミックなどの粉末をダイとパンチが構成する成形空間で多段に圧縮して成形するプレスタイプの電動式成形機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の粉末成形機における多段成形では、パンチを構成する部分パンチの動作をそれぞれ自由に設定、あるいは補正する機能はなく、成形可能な形状や圧縮程度の分配に制限があった。さらに駆動機構は単純な油圧機構や単なる電動モーターで、部分パンチを設定した動きとするためにダイセットを用いている。ダイセットは、機構が複雑で高価であり、さらに、成形品の形態が異なるごとにダイセットを必要とし不経済であった。また、従来の駆動機構では、圧縮力や成形体寸法の

微妙な調整などができなかった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 この発明は、部分パンチの動作が自由で、広範囲な形態の成形を行える電動式粉末成形機およびこの成形機を用いて実施できる圧縮成形方法の提供を課題とする。

## 【0004】

## 【課題を解決するための手段】

【装置】 ダイとパンチで成形空間を形成する。パンチは複数の部分パンチから構成する。各部分パンチはそれぞれ加圧ラムに取り付けられ、加圧ラムはサーボモーターを駆動源とするそれぞれの直線移動機構に結合される。各サーボモーターの駆動を制御する制御装置を設ける。

【方法】 パンチによる圧縮面を複数に分割し、各分割面を設定した順序、位置あるいは圧縮力の組み合わせで押圧し、所定の押圧面形態を有する圧粉体を得る。

## 【0005】

【作用】 部分パンチは全体として一つのパンチを構成し、それが自由に駆動されて、種々な押圧面形態(密度分布を含む)を形成する。

【0006】 制御装置は部分パンチの駆動を制御し、上記の押圧面形態を作成する。

【0007】 サーボモーターは制御装置に制御されて、各部分パンチの位置あるいは圧縮力、作動のタイミングを実行する。

【0008】 圧縮面を分割し、各分割面を設定した順序、タイミング位置あるいは圧縮力の組み合わせで押圧することにより、押圧面形態を自由に形成することが可能となる。

## 【0009】

【実施例】 図1は多段電動式粉末成形機1(以下、単に成形機という)の全体を機構的に示し、中央にダイ2を交換可能に取り付けたダイプレート3があり、ダイプレート3の上方と下方にパンチユニット4、5が配置されている。ダイ2は上下方向に貫通した孔を有する。上方パンチユニット4は、平行に配置された第1、第2、第3の加圧ラムR(R1, R2, R3)とこれらのそれに固定された第1、第2、第3の部分パンチP(P1, P2, P3…図2)、各加圧ラムRに結合された直線移動機構D(D1, D2, D3)およびこれらをそれぞれに駆動するサーボモーターM(M1, M2, M3)で構成されている。直線移動機構DはサーボモーターMの回転駆動力を直線運動に変換し、また、倍力機構もあるクランク構造とされている。加圧ラムR1, R2には、直線移動機構D1, D2とサーボモーターM1, M2がそれぞれ一対ずつ設けられ、作動上で左右の均衡をとるようになっている。なお、各パンチPがそれぞれの加圧ラムRに取り付けられる基部には、それぞれの圧縮力を検出する圧力センサーS(S1～S3)が配置されている。

【0010】下方パンチユニット5は、ダイプレート3を挟んで上方パンチユニット4と対称に配置され、上方パンチユニット4と同じ構造を有する。すなわち、第1、第2、第3の加圧ラムr(r1, r2, r3)、同様に部分パンチp(p1, p2, p3)、直線移動機構d(d1, d2, d3)、これらをそれぞれに駆動するサーボモーターm(m1, m2, m3)および圧力センサーS(s1～s3)を備え、同様に構成されている。ダイプレート3は成形機1のベース6に支持され、上面に成形用粉末を供給するフィーダー7が配置されている。フィーダー7はエアアクチュエーター8によって図示のホームポジション位置とダイ2の位置を往復移動する。ダイプレート3の上下面には、ダイ2の両側に垂直なガイドバー9が平行に取り付けられ、これらに上記の加圧ラムR, rが上下移動可能に装着されると共に上端および下端が上部機枠10と下部機枠11で連結されている。上方および下方のパンチユニット4, 5における直線移動機構D, dの基部はそれぞれ上記の上部機枠10および下部機枠11に固定され、また、各サーボモーターM, mもそれぞれ上部、下部の機枠10, 11に取り付けられている。

【0011】部分パンチP, pは、成形機1を縦方向に貫通した一本の軸線a(圧縮軸線)を共通軸線として同軸に配置され、上方の部分パンチP1と下方の部分パンチp1は同じパンチ面を有して対向する。他の部分パンチについても同じである。すなわち、この実施例では、第1、第2の部分パンチP1, P2およびp1, p2は管状で断面が環状であり、第3パンチP3, p3は円柱状で断面は円盤となっている。

【0012】そして、各サーボモーターM, mはコンピューター内蔵数値制御装置(CNC)およびサーボアンプからなる制御装置12に接続され、また各圧力センサーS, sの検出出力が上記CNCの入力回路に伝達されるようになっている。なお、結線の図示が省略されているが、フィーダー7のエアアクチュエーター8も制御装置12によってオン・オフ制御される。制御装置12は、各サーボモーターM, mに対応した数の制御チャンネルを備え、それぞれに作動順序、作動タイミング、位置および圧縮力(トルク)の制御を行うことができる。制御の態様は従来と同様であって、CNCに格納されたシステムプログラムによって、成形プログラムが稼働され、キーボードなどの入力装置から入力されて制御装置12内にあらかじめ設定された各部分パンチP, pの作動順序、作動タイミング、位置および圧縮力についてのデータを用い、各部分パンチP, pを駆動する。なお、圧縮力の制御については、設定値に基づく位置制御による場合と圧力センサーS, sからの検出出力値に基づくフィードバック制御とを、必要に応じ切り換えて実行可能となっている。切り換えの制御機構は特開昭62-207618号公報に記載されているものと同様である。

【0013】作動の第1の例について、図2～図14を用いて説明する。成形プログラムおよび各部分パンチP1～P3, p1～p3に関する作動データ(位置、作動タイミングなど)は入力ずみとする。作動の当初、上、下の各部分パンチP, pはいずれも下端あるいは上端のパンチ面を揃えてそれぞれあたかも一本の上方パンチ13および下方パンチ14のようにされ、下方パンチ14のパンチ面がダイプレート3の上面に一致された、それぞれのホームポジション位置にある(図2)。下方の部分パンチpが一斉に、すなわち、一本の下方パンチ14として下降し、ダイ2とで上方が開口した成形空間15を形成する(図3)。下方の第2部分パンチp2が上方に位置決めされ、成形空間15の内部に環状の凸部を構成する(図4)。エアアクチュエータ8がオンされてフィーダー7を往復させ、成形空間15に成形粉末を充填する(図5, 図6)。

【0014】アンダーフィルするために、下方の部分パンチp1～p3を一斉に同距離だけ下方へ移動させ、成形空間15内部の成形粉末を下方へ下げ、その上方に若干の間隔t1をとる(図7)。すなわち、下方パンチ14をそのまま所定距離だけ下方へ移動して上記の間隔t1を作る。これは、上方パンチ13が成形空間15に突入した時に成形粉体が飛散するのを防止するためである(図7)。上方の部分パンチP1～P3が一斉に、すなわち、上方パンチ13が設定所定量下降して成形空間15の成形粉体を圧縮する。このとき、上方パンチ13は、制御装置12が位置制御にあるときは、あらかじめ設定された位置まで下降して停止する。また、フィードバック制御にあるときは各圧力センサーS, sからの検出出力が設定した圧縮力に相当するものとなった位置で停止する。このため、フィードバック制御の場合には、上方パンチ13による押圧面を平らにするため、上方および下方の各部分パンチP, pのそれぞれ異なる圧力値を設定することがある(図8)。なお、図8にのみ圧力センサーS, sを示し、他の図においては図示を省略している。

【0015】圧縮が完了すると、上方パンチ13を構成する各部分パンチPは同距離だけ上昇され、成形空間15から退避しホームポジションに戻る(図9)。下方パンチ14において、突出していた第2部分パンチp2をそのパンチ面が他の部分パンチp1, p3のパンチ面と一致するところまで引き下げ、突出部分を上記の圧縮によって成形された圧粉体16(成形品)から引き抜く(図10)。この時、部分パンチp1, p3のパンチ面が圧粉体16を支え、第2部分パンチp2の引き抜きを容易にする。

【0016】下方パンチ14を構成する各部分パンチp1～p3が一斉に同一距離だけ上昇される。すなわち、下方パンチ14はパンチ面を平らにしたまま上昇し、圧粉体16をダイプレート3の上面まで持ち上げる。この

時の持ち上げ速度は成形粉体の組成や特徴、成形時の圧縮力の大小で定まる圧粉体16の特性に応じて制御される(図11)。以上により、下面に環状の凹部を備えたコア状の圧粉体16(成形品)を得られる。

【0017】図12～14は作動の他の例を示すもので、図12の例では、下方パンチ14を構成する第2、第3部分パンチp2、p3を第1の部分パンチp1に対し順次低く配置して成形空間を15を形成し、これに成形粉体を充填した後、上方から、第2、第3部分パンチP2、P3を第1部分パンチP1に対し順次上方へ配置した上方パンチ13で圧縮し、成形するもので、圧粉体16は、その上方および下方パンチ13、14に接していた押圧面が断面において階段状となる押圧面形態を備える。図13の例では、中央部に孔を備えた圧粉体16が形成される。すなわち、ホームポジションの状態において下方パンチ14の第3部分パンチp3を残したまま、第1、第2パンチp1、p2を下降させて環状の成形空間15を作り、これに成形粉体を充填し、ついで、上方から部分パンチP3を、そのパンチ面が圧縮完了時に上記の部分パンチp3のパンチ面に接する位置とした上方パンチ13で圧縮し、得られるものである。

【0018】さらに、図14の例は、上記の図13の例において、上方パンチ13における第3部分パンチP3と下方パンチ13における第3部分パンチp3のパンチ面が、圧縮完了時にも接触しない配置として圧縮を行ったもので、小さなホイール形状の圧粉体16を得られる。以上の作動例のように上方パンチ13、下方パンチ14を構成する各部分パンチP、pはその作動の順序やタイミング、位置あるいは圧縮力の設定がそれぞれに自由に行えるので、制御装置12に入力する成形プログラムや設定値を変更するだけで、同一のダイとパンチによって種々の押圧面形態を備えた圧粉体16を得ることができる。

【0019】上記実施例において実行されている圧縮成形法は、上方パンチ13、下方パンチ14を部分パンチP、pで構成することにより、上方パンチ13下方パンチ14による圧縮面を複数に分割し、各分割面を設定した順序、タイミング、位置あるいは圧縮力の組み合わせで押圧し、所定の押圧面形態を有する圧粉体16を得る方法である。なお、この実施例では、上方パンチ13および下方パンチ14を構成する部分パンチP、pの数をそれぞれ3個としているが、数は限定されず、また、上方と下方で数が異なることもある。さらに、直線移動機構D、dはクランク式に限らず、トグル機構などの他のリンク機構およびねじ・ナット機構などであっても良い。

【0020】この多段電動式粉末成形機1を用いて、他に次のような圧縮成形方法を実行することができる。

〔径方向継ぎ足し成形法〕図15は、成形粉体として中心部に金属粉、中間部にセラミック粉、周辺部に他の金

属粉を用いて一体に成形された圧粉体16であり、図16は同種の成形粉体で中央部から周辺部へ階層的に強度(粉体密度)を高めた圧粉体16である。従来の粉末成形では、圧縮時に成形空間15内部の粉体が混じりあったり、流動したりするので、上記のような圧粉体16を得ることはできなかった。しかし、上記の多段電動式粉末成形機1を用いれば、図17～図29のような作動態様を取ることによって目的を達成できる。

【0021】異種粉体の継ぎ足し成形は次のように行われる。成形プログラムおよび上方パンチ13を構成する各部分パンチP1～P3、下方パンチ14を構成する各部分パンチp1～p3に関する作動データ(位置、作動タイミングなど)は入力ずみとする。また、フィーダー7は成形粉体の種類に応じた数がダイプレート3上に準備され、選択的に使用される。作動の当初、上方パンチ13はパンチ面を平らにしてダイプレート3の上方に位置し、下方パンチ14はパンチ面をダイプレート3の上面に一致させており、各部がそれぞれホームポジション位置にある(図17)。まず、下方パンチ14の第3部分パンチp3が、設定した所定距離t2だけ下降してダイ2の中央部に第1成形空間15aを作り、これにフィーダー7が第1の成形金属粉を供給する(図18、図19)。上方パンチ13における第3部分パンチP3のみが下降して第1成形空間15aの粉体を圧縮し第1部分圧粉体17aを形成する(図20)。圧縮は位置制御または圧力センサーS、sを利用したフィードバック制御で行われる。

【0022】上方パンチ13の第3部分パンチP3がホームポジションに戻り、下方パンチ14の第3部分パンチp3が上昇して第1圧粉体17aの上面をダイプレート3の上面に揃える(図21)。その状態を維持して、今度は下方パンチ14における第2部分パンチp3のみが下降し、第1圧粉体17a回りに環状の第2成形空間15bを形成する(図22)。フィーダー7が移動して第2成形空間15bに成形用セラミック粉を充填し、上方パンチ13の第2、第3部分パンチP2、P3が同じ距離だけ移動し、第2成形空間15bの粉体を圧縮する。このとき、第1の部分圧粉体17aをパンチ面に乗せた下方パンチ14の第3部分パンチは、位置制御、または圧縮力によるフィードバック制御で下方の第2部分パンチp2のパンチ面まで後退する(図23、図24)。このとき、第2成形空間15bの内周壁は第1部分圧粉体17aの側面で形成されているので、圧縮によって第2成形空間15bの粉体は第1部分圧粉体17aに絡み、一体に成形されて第2部分圧粉体17bが形成される。

【0023】上方パンチ13における第2、第3部分パンチP2、P3がホームポジションに戻され、下方パンチ14における第2、第3部分パンチp2、p3は第2部分圧粉体17bを押上げ、その上面をダイプレート3の上面と一致させる(図25)。以下、同様に、下方の

第1部分パンチp1が下降して第3成形空間15cが形成されて(図26)、これに第2の成形金属粉が充填され(図27)、今度は上方パンチ13の全体がそのパンチ面を平らにして下降し、第3成形空間15cの粉体を圧縮する。このとき、下方の第2、第3部分パンチp2、p3はそのパンチ面が下方の第1部分パンチp1のパンチ面と一致する位置まで下降する(図2)。そして、上方パンチ13が上方へ移動してホームポジションに戻ると共に、下方パンチ14がそのまま上昇して完成了圧粉体16をダイプレート3の上面に押し出し、ホームポジションに戻る。なお、圧粉体16を押出す場合に、図28のように上方パンチ13と下方パンチ14で圧粉体16を圧迫した状態を維持してダイプレート3の上面に押しだし、その後に圧迫力を徐々に緩める養生を行い、圧粉体にクラックが発生するのを防止することがある。以上により、異種粉体の圧粉体16が得られる。

【0024】径方向へ階層的に強度が異なる圧粉体16の成形は、上記の継ぎ足し成形方法において、第1、第2、第3の成形空間15a、15b、15cを形成する場合に、対応する下方の部分パンチpの移動量によって充填する成形用粉末の充填量を調整したり、圧力センサーによるフィードバック制御をしたり、あるいは、部分的な圧縮時における部分パンチP、pの圧縮力を各サーボモーター単位のトルクリミット制御等によって制限することによって得られる。トルクリミット制御の場合には、押圧力が異なることによって圧粉体16の押圧面に凹凸の付くことがある。上記の作動過程において実行されている圧縮成形法は、一つの成形過程に複数の成形用粉末充填ステップと圧縮ステップを順序を持たせて組み合わせ、先に形成された圧縮成形部分に次の圧縮成形部分を連結していくことを特徴としたものである。

【型内移動成形方法】図30のように、上面および下面に突部18a、18bを有する圧粉体16の成形は、従来、図31のようにパンチ面に凹部を形成した上方パンチ13、下方パンチ14で押圧することにより行われている。しかし、押圧時に上方パンチ13の凹部に粉体が十分に充填されず、成形結果を見ると上面の突部18aにおける粉体密度が他の部分より低く、この部分の強度が低くなる難点がある。また、従来の成形方法では、図42のように、フランジ19から上方に突出する部分をもつ部品を成形しようとしても、その突出部分に十分な成形粉体を充填することができないので、設計段階で図43のような部品18'に変更せざるを得ず、適切な部品を得られない難点があった。

【0025】型内移動成形は、図33～図41に示す次の作動で実行される。成形プログラムおよび上方パンチ13を構成する各部分パンチP1～P3、下方パンチ14を構成する各部分パンチp1～p3に関する作動データ(位置、作動タイミングなど)は入力ずみとする。なお、上下面に突部18a、18bを有する圧粉体16の

成形は各部分パンチP、pの内、上方・下方共に第2、第3の部分パンチP2、P3、およびp2、p3を使用すれば良いので簡略のため上下の第1部分パンチP1、p1の図示を省略している。

【0026】作動の当初、上方パンチ13はパンチ面を平らにしてダイプレート3の上方に位置し、下方パンチ14はパンチ面をダイプレート3の上面に一致させており、各部がそれぞれホームポジション位置にある(図33)。まず、下方パンチ14の第2、第3部分パンチp2、p3が、設定した所定距離t3、t4( $t3 < t4$ )だけ下降してダイ2の中央部に、中央部が低い成形空間15を作り、これにフィーダー7が成形粉体を供給する(図34～図36)。このときの下方パンチ14におけるパンチ面の凹凸は成形された圧粉体16に望む形態である。アンダーフィルとするために、下方の部分パンチp2、p3を一斉に同距離だけ下方へ移動させ、成形空間15内部の成形粉末を下方へ下げ、その上方に若干の間隔t1をとる(図37)。

【0027】上方の部分パンチP2、P3が共に、すなわち、上方パンチ13が設定所定量下降して成形空間15をまず閉鎖する(図38)。上方の部分パンチP2と下方の部分パンチp2を同時に所定の位置に移動させて、上方の部分パンチP2と下方の部分パンチp2によって閉じられた粉体を移動し、外周部分を形成する。この工程では、粉体の流動には頼らず、閉じた領域内で部分的に粉体の移動を行うため、ある場所だけ密度が低くなることはない(図39)。ついで、上方および下方の各部分パンチP、pの相対的な位置関係を維持したまま、下方パンチ13が上方に突き上げられ、成形空間15内部の粉体を圧縮する(図40)。この圧縮は位置制御または圧力センサーD、dの検出出力を利用したフィードバック制御で行われる。なお、このとき、ある程度の仮圧縮をした後、例えばフランジ部分のみを部分パンチP3、p3間でさらに圧縮したりすることによって、部分的に強度の高い部分を作る成形を行うことができる。

【0028】そして、下方の第2部分パンチp2が下降してそのパンチ面を第3部分パンチp3の面に合わせると共に、上方パンチ13がホームポジションに戻り(図41)、ついで、図示していないが下方パンチ13がそのまま、上方へ移動して成形された圧粉体16をダイプレート3の上面に押出す。

【0029】次に、図42のように、中空でフランジ19より上方に突部を有する圧粉体16の成形作動に付いて簡略に述べる。この場合は部分パンチP1～P3、p1～p3が用いられ、また、エアアクチュエーター8によるフィーダー7の作動は単動式とし、送出しと引き戻しにそれぞれオン信号を必要なものとされている。制御装置12には、必要な成形プログラム、データが入力ずみとする。作動の当初、上方パンチ13、下方パンチ1

4はそれぞれのホームポジションにあり、下方パンチ14のパンチ面はダイプレート3の上面と一致している(図44)。

【0030】まず、フィーダー8がダイ4の位置に移動されて、その位置で停止する。ついで、下方の第1部分パンチp1が所定距離t5だけ、また、下方の第2、第3部分パンチp2、p3がt6だけ下降し、中央部が深い成形空間15を形成すると同時に、各部分パンチが下降することでフィーダー8内部の粉体が成形空間内に吸引され、充填される(図45)。成形空間15をフィーダー8によって閉じたまま、下方の第3部分パンチp3を上昇させ、下方の第1部分パンチp1のパンチ面と一致させる(図46)。

【0031】フィーダー8をホームポジションにもどした後、上記のように各部分パンチpの相対位置を定めた下方パンチ14を全体として下降させ、アンダーフィル空間t1を形成する(図47)。

【0032】上方パンチ13を下降させて成形空間15を閉じ(図48)、ついで、上方の第1部分パンチP1を所定距離だけ下降させ、上方パンチ13におけるパンチ面の形態を整える。このとき、成形空間内の粉体は移動し、上方パンチ13のパンチ面に形成される上方凹部にも成形粉体が十分に充填される。ついで、上方パンチ13が各部分パンチPの相対的位置を維持したまま下降して粉体を圧縮成形する(図50)。このとき、第1部分パンチP1、p1によってフランジ19部分を他よりも強く圧縮すれば、フランジ19部分の強度を高くできる。上方パンチ13がホームポジションに戻り、下方パンチ14では中央の第3部分パンチp3が第2部分パンチp2のパンチ面と一致するところまで下降し、中空部を形成する。この抜き出しは、圧粉体16が下方の部分パンチp1とp2のパンチ面に支持されており、スムーズに行われる(図51)。ついで、下方の第2、第3部分パンチp2、p3が、まず、第1部分パンチp1のパンチ面の位置まで同時に移動した後、第1部分パンチp1と共に下方パンチ14全体が上昇し、圧粉体16をダイプレート3の上面に押出す。このようにして、フランジ19上方に突出部分を備えた圧粉体16を成形することができる。

【0033】以上のとおり、この型内移動成形の作動は、成形空間15に成形粉体を充填した後、上方および下方のパンチ13、14で該空間を閉じ、押圧前に上記パンチ13、14の各部分パンチP、pによって構成される各分割面の位置を定めて押圧面形態を形成することにより成形空間内部の成形粉体を移動させることを特徴としたものである。

(型内圧縮移動成形方法) 図42に示されるような、フランジ19の上方に突部を有する圧粉体16を成形する場合、型内流動成形方法を用いることとし、上記のように成形空間15に成形粉体を充填して、上方パンチ13

のパンチ面形態を整えるべく上方の第1パンチP1を下降させると、粉体の流動性の特徴によってフランジ19となるべき個所の粉体密度が不安定になることがある。型内圧縮移動成形法はこのような事態を防止するもので、図55～図57に示す次の作動によって実行される。他の場合と同様に成形プログラム、データなどについて制御装置12に準備されているものとする。

【0034】上方パンチ13および下方パンチ14がホームポジションにある初期状態から、下方パンチ14が下降し、さらに、下方の第2部分パンチp2が下降して、底部に環状の凹部を備えた成形空間15を作る。ついで、成形用粉体が充填された後、下方パンチ14の全体が若干下降されてアンダーフィル状態とされる(図55)。

【0035】上方パンチ13が下降して充填された粉体を軽く圧縮する(仮押圧)。これにより、成形空間15内部の粉体はほぼ均一に分布した状態で流動性が停止される(図56)。ついで、上方および下方の第1部分パンチP1、p2をフランジを形成すべき設定された位置まで移動する。この移動は、粉体が仮圧縮されている状態で行い、その後に全体を本押圧する(図57)。この場合、粉体が仮圧縮された状態で移動されているので他への、または、他からの粉体の移動を防止することができ、移動部分の密度を安定させることができる。このようにして目的とする圧粉体16を得ることができる。

【0036】したがって、この成形方法は、上方あるいは下方のパンチ13、14による押圧を本押圧とその前の仮押圧とし、仮押圧の後、部分パンチP、pによって形成される一部の分割面を移動して押圧面形態を完成させることを特徴としたものである。

【0037】以上は実施例である。上方および下方のパンチ13、14は成形空間15の粉体を上下から押圧することもある。また、部分パンチは同心円状の分割ではなく、放射状やその他の分割であることもある。

### 【0038】

#### 【発明の効果】

【請求項1、2、3】同じ多段電動式粉末成形機において、成形品としての圧粉体の形状、密度あるいは素材の分布などを比較的自由に設定でき、その結果、様々な押圧面形態を備えた成形品を得ることができる。また、ダイセットなどを必要とせず、各種データの設定が容易であることから、成形品の形態を変更することが簡単にできる。

【請求項4】異種粉体の圧粉体が径方向で一体に構成された成形品や、径方向で階層的に粉体密度の異なる成形品を得られ、圧縮成形の利用分野が拡大する。

【請求項5】押圧面に凹凸を有する押圧面形態であっても、凹凸部分に成形用粉体が十分に充填され、粉体密度の均質な成形品を得ることができる。

【請求項6】フランジのように側面から突出した部分を

有する成形品であっても突出部分における粉末密度を均一にし、かつ、強度の高いものを得られる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】機械的に示した正面図。

【図2】断面で示す要部の正面図（作動の順序を示す）。

【図3】断面で示す要部の正面図。

【図4】断面で示す要部の正面図。

【図5】断面で示す要部の正面図。

【図6】断面で示す要部の正面図。

【図7】断面で示す要部の正面図。

【図8】断面で示す要部の正面図。

【図9】断面で示す要部の正面図。

【図10】断面で示す要部の正面図。

【図11】断面で示す要部の正面図。

【図12】断面で示す要部の正面図（作動の第2例）。

【図13】断面で示す要部の正面図（作動の第3例）。

【図14】断面で示す要部の正面図（作動の第4例）。

【図15】(イ)は平面図、(ロ)は縦断面図。

【図16】(イ)は平面図、(ロ)は縦断面図。

【図17】断面で示す要部の正面図（作動の順序を示す）。

【図18】断面で示す要部の正面図。

【図19】断面で示す要部の正面図。

【図20】断面で示す要部の正面図。

【図21】断面で示す要部の正面図。

【図22】断面で示す要部の正面図。

【図23】断面で示す要部の正面図。

【図24】断面で示す要部の正面図。

【図25】断面で示す要部の正面図。

【図26】断面で示す要部の正面図。

【図27】断面で示す要部の正面図。

【図28】断面で示す要部の正面図。

【図29】断面で示す要部の正面図。

【図30】(イ)は縦断面図、(ロ)は平面図。

【図31】断面で示す要部の正面図（従来例）。

【図32】断面で示す要部の正面図（作動の順序を示す）。

【図33】断面で示す要部の正面図（実施例）。

【図34】断面で示す要部の正面図（作動の順序を示す）。

【図35】断面で示す要部の正面図。

【図36】断面で示す要部の正面図。

【図37】断面で示す要部の正面図。

【図38】断面で示す要部の正面図。

【図39】断面で示す要部の正面図。

【図40】断面で示す要部の正面図。

【図41】断面で示す要部の正面図。

【図42】(イ)は縦断面図、(ロ)は平面図。

【図43】断面で示す要部の正面図（従来例）。

10 【図44】断面で示す要部の正面図（作動の順序を示す）。

【図45】断面で示す要部の正面図。

【図46】断面で示す要部の正面図。

【図47】断面で示す要部の正面図。

【図48】断面で示す要部の正面図。

【図49】断面で示す要部の正面図。

【図50】断面で示す要部の正面図。

【図51】断面で示す要部の正面図。

【図52】断面で示す要部の正面図。

20 【図53】断面で示す要部の正面図（従来例）。

【図54】断面で示す要部の正面図（従来例）。

【図55】断面で示す要部の正面図（作動の順序を示す）。

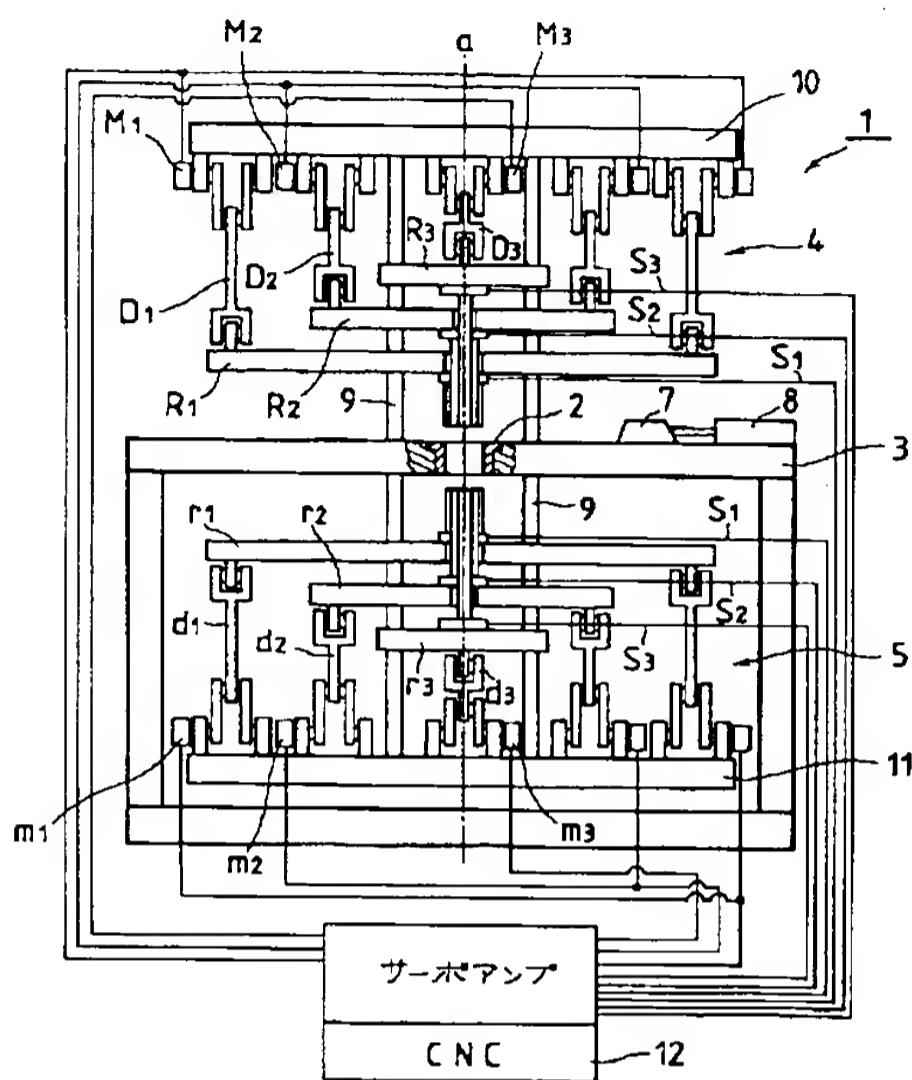
【図56】断面で示す要部の正面図。

【図57】断面で示す要部の正面図。

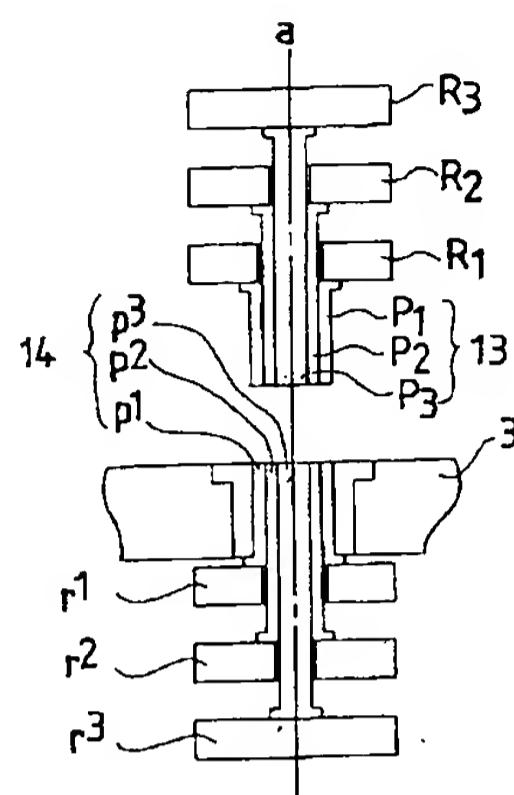
## 【符号の説明】

1 多段電動式粉末成形機	2 ダイ
3 ダイプレート	4 上方パンチ
ユニット	
30 5 下方パンチユニット	6 ベース
7 フィーダー	8 エアアクチ
ユエーター	
12 制御装置	13 上方パン
チ	
14 下方パンチ	15 成形空間
16 圧粉体	
R 加圧ラム	P パンチ
M サーボモーター	D 直線移動機
構	
40 S 圧力センサー	

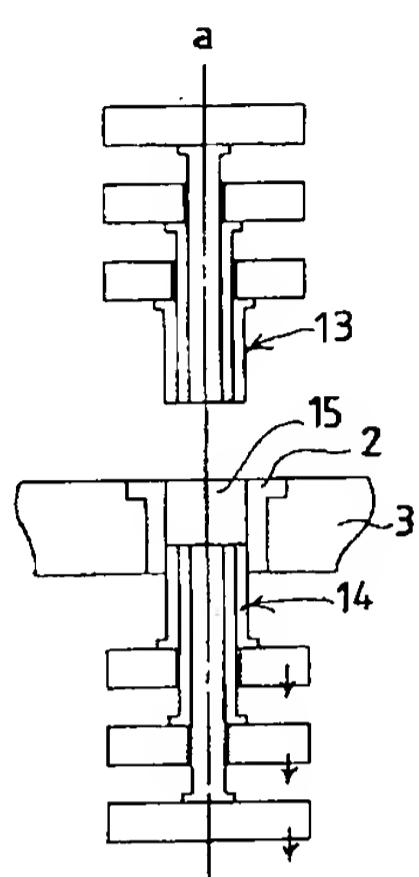
【図1】



【図2】

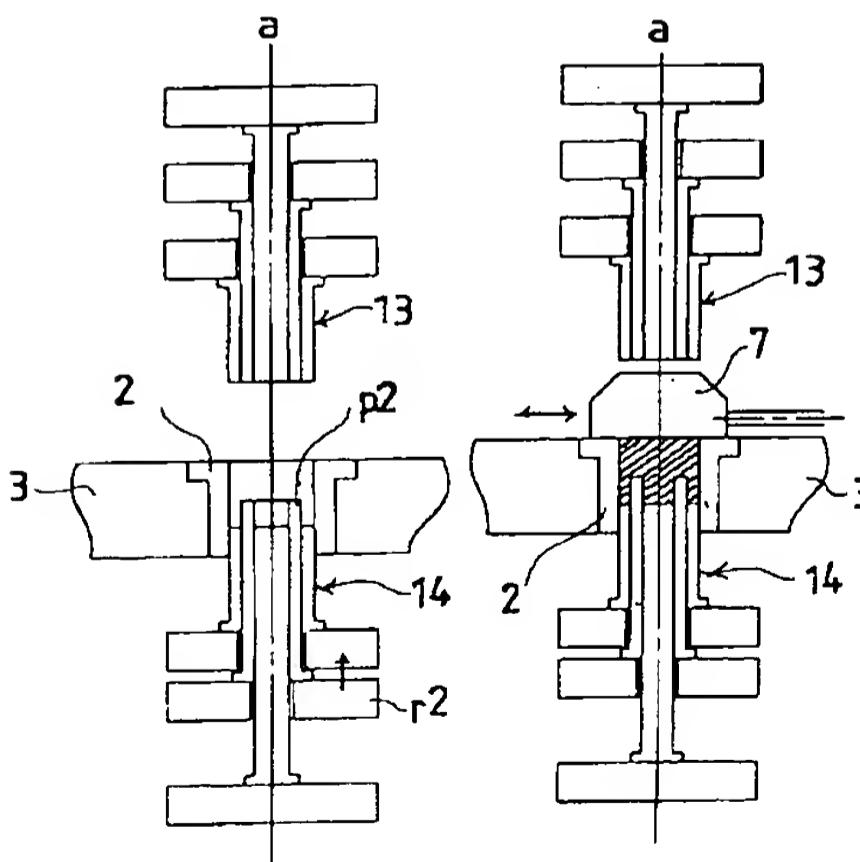


【図3】



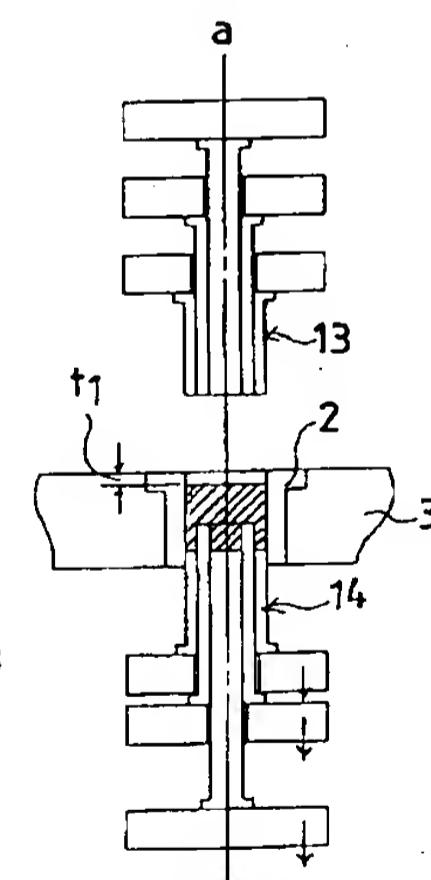
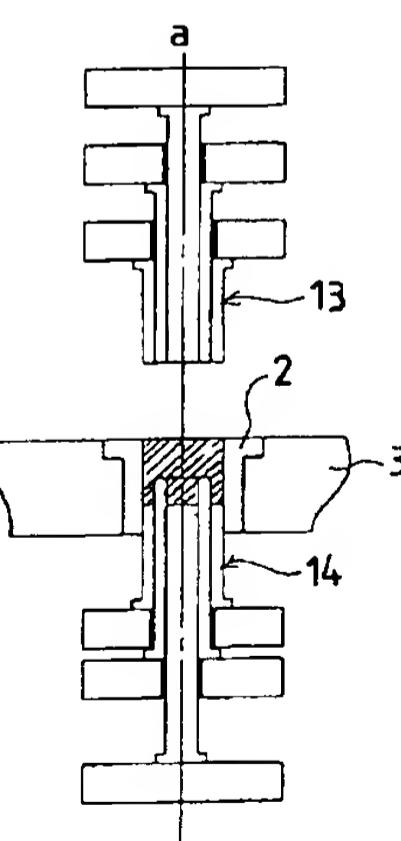
【図7】

【図4】

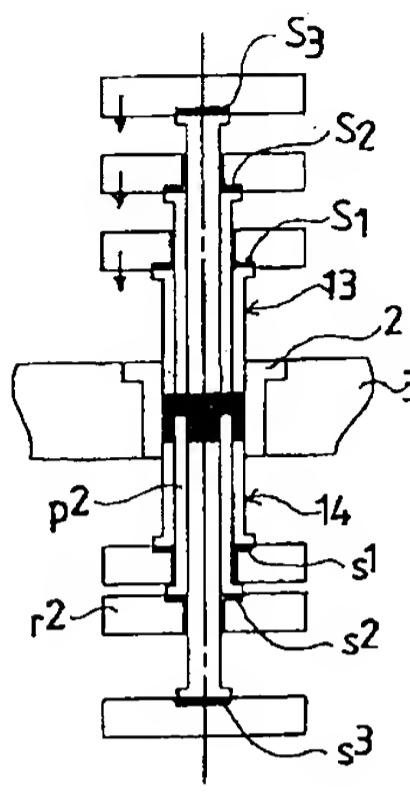


【図5】

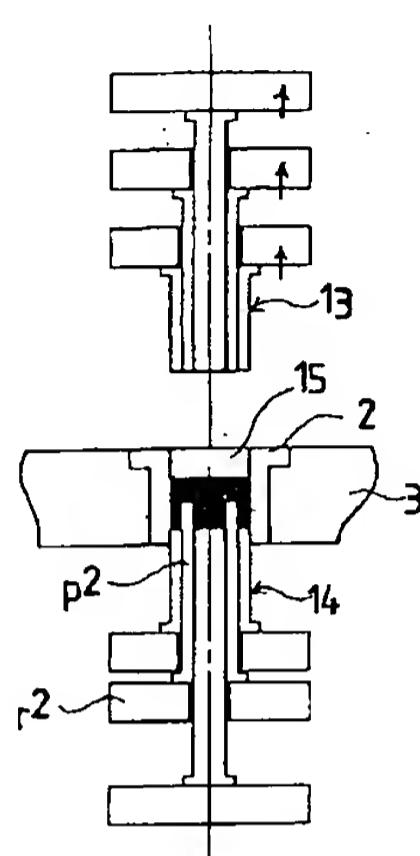
【図6】



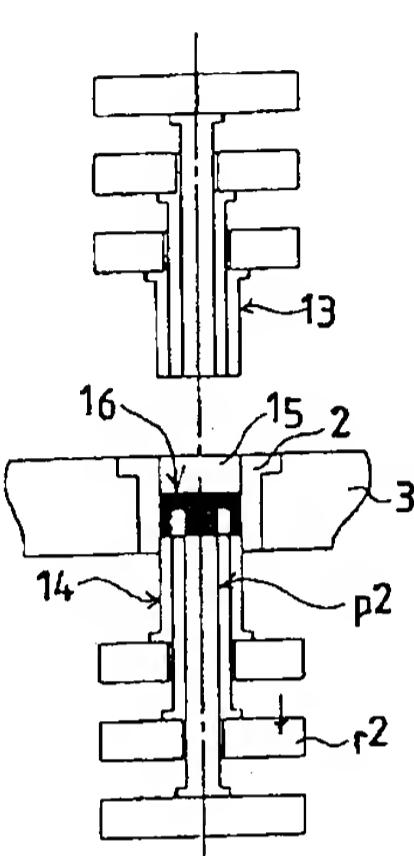
【図8】



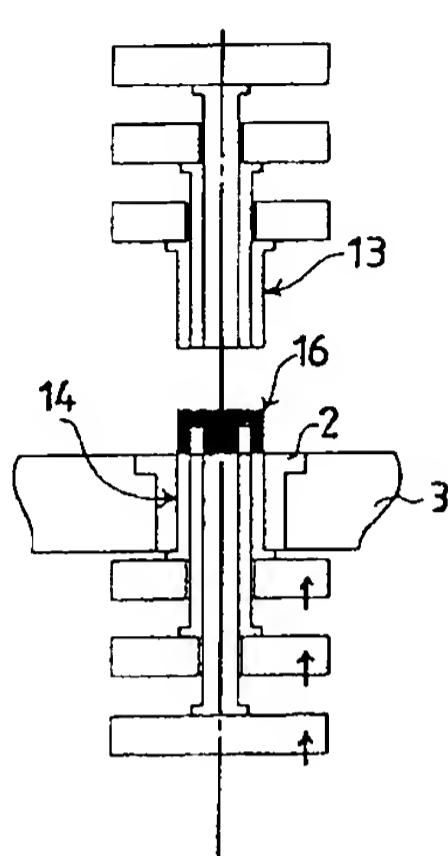
【図9】



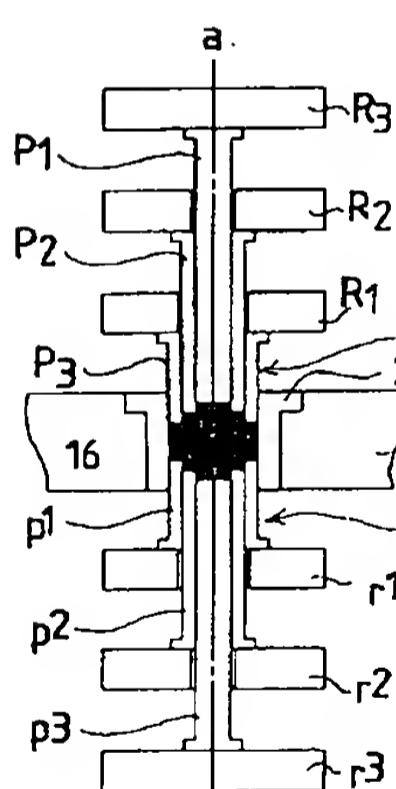
【図10】



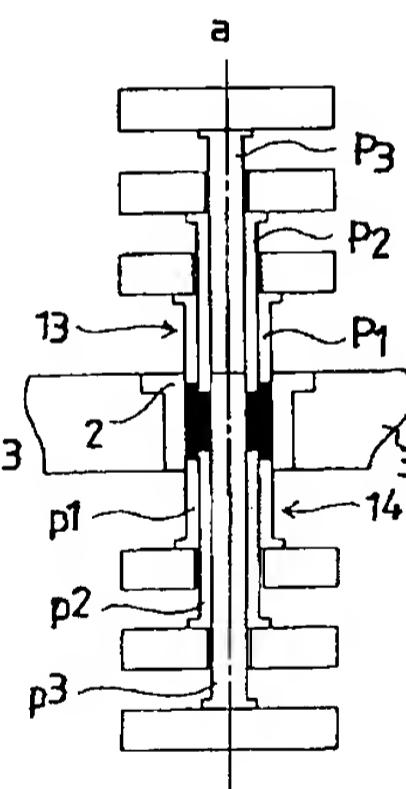
【図11】



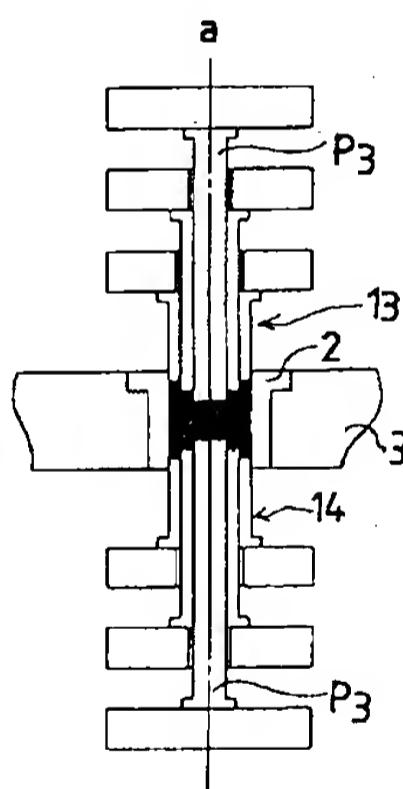
【図12】



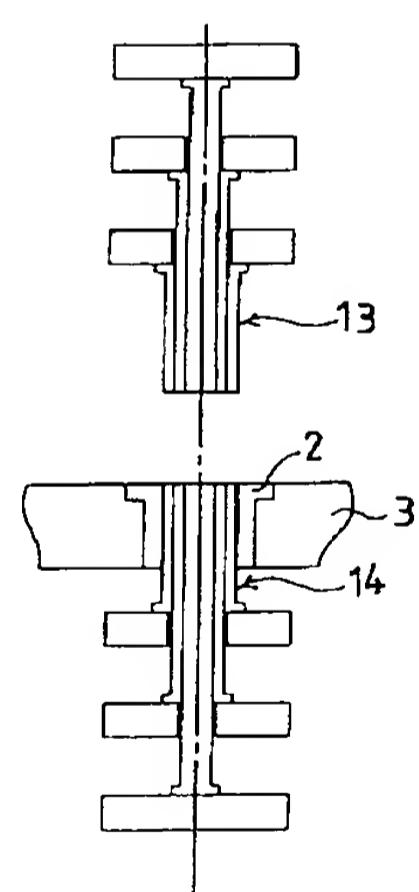
【図13】



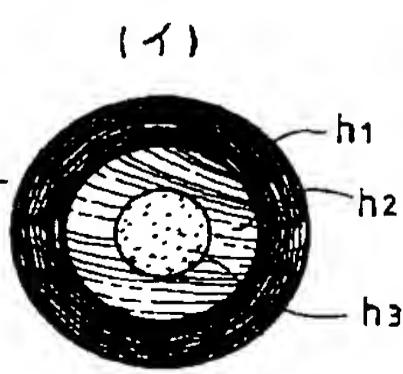
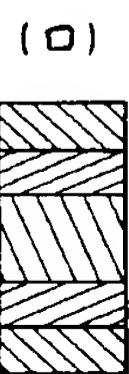
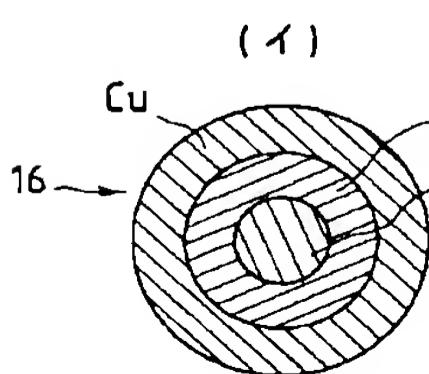
【図14】



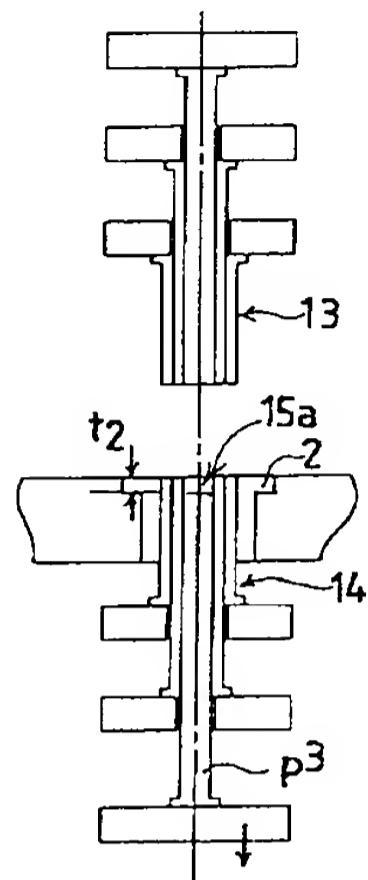
【図17】



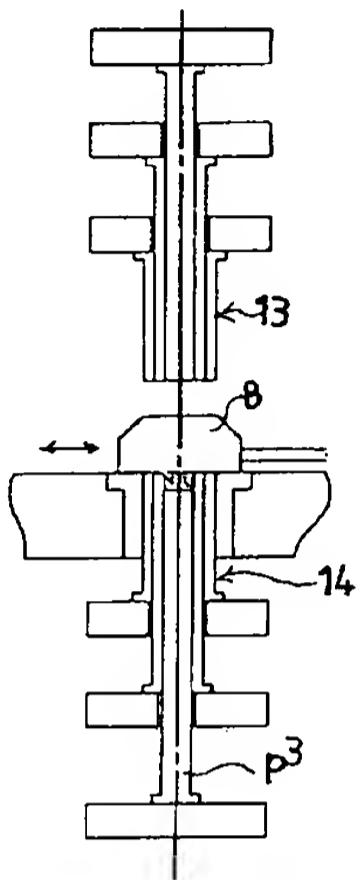
【図15】



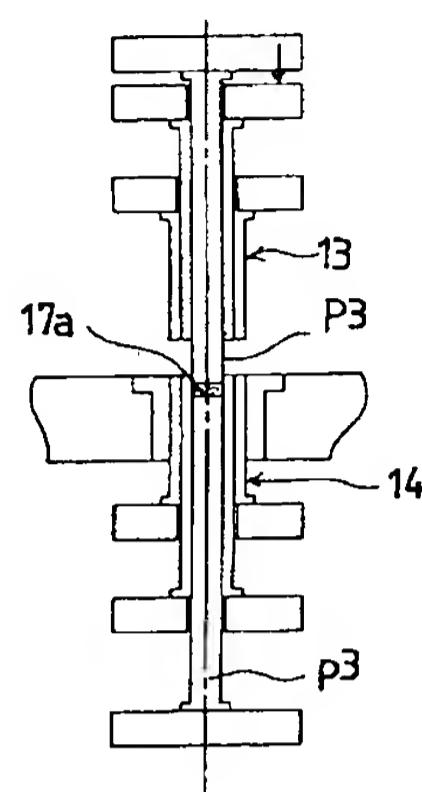
【図18】



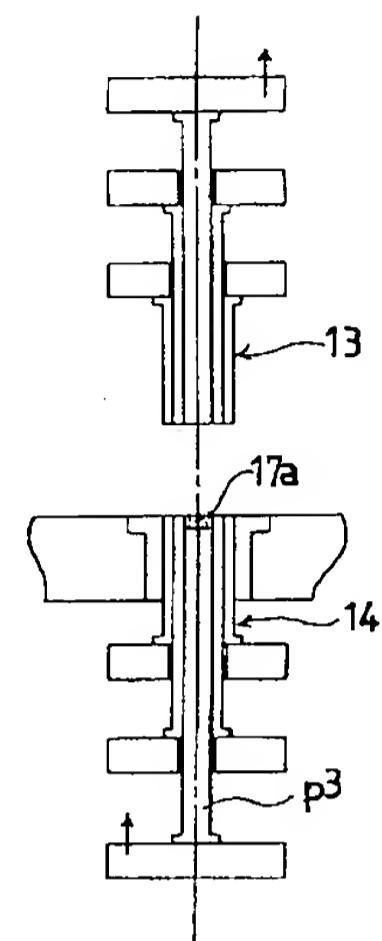
【図19】



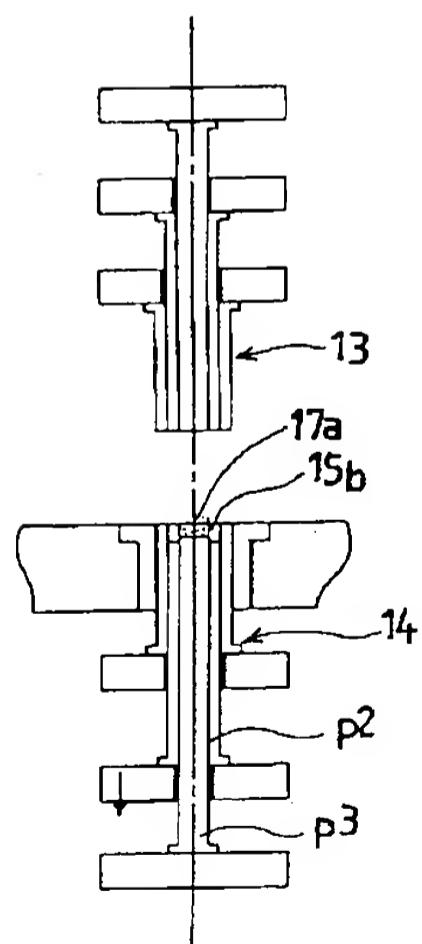
【図20】



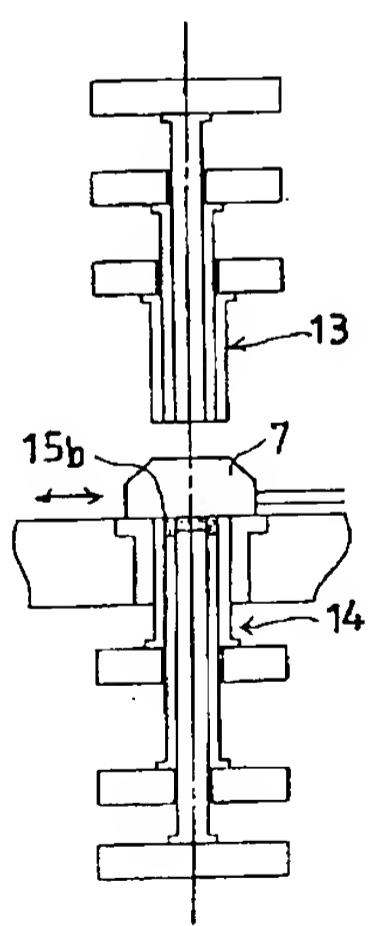
【図21】



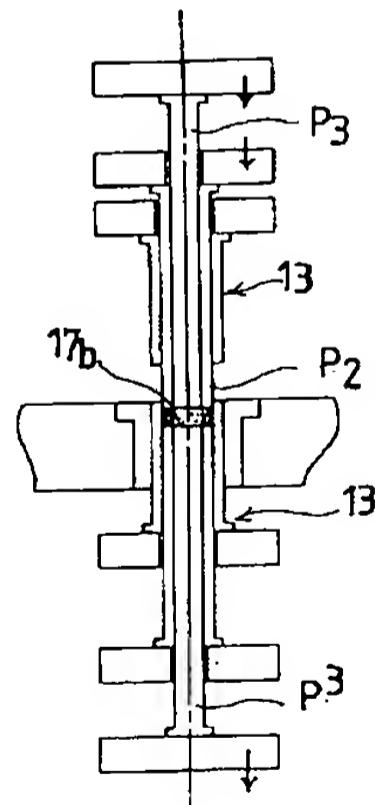
【図22】



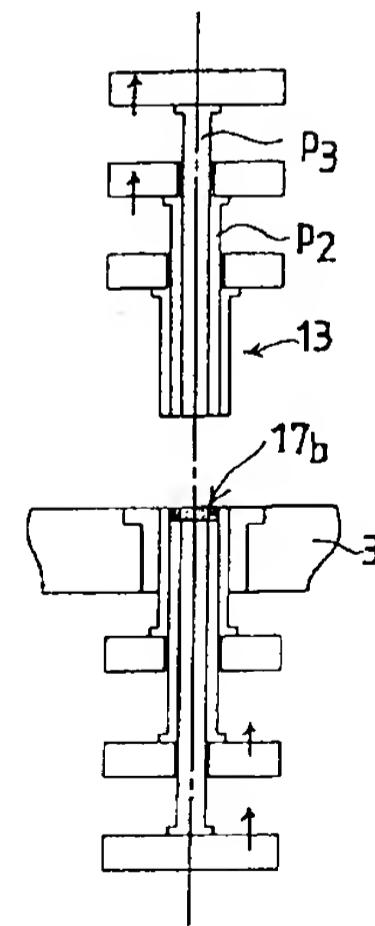
【図23】



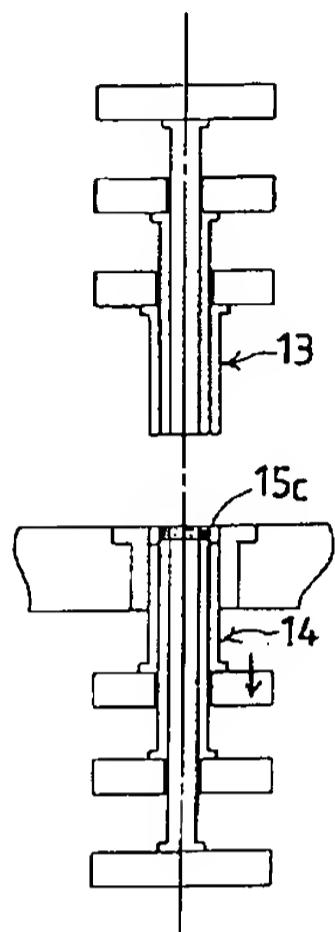
【図24】



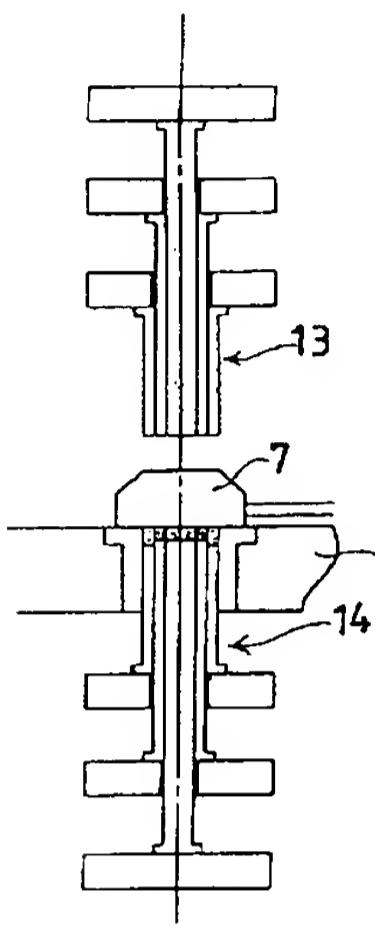
【図25】



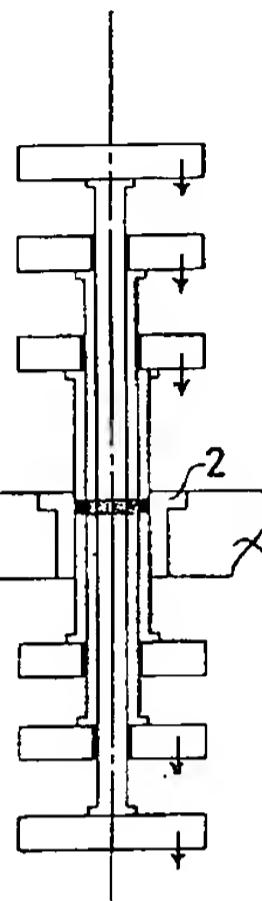
【図26】



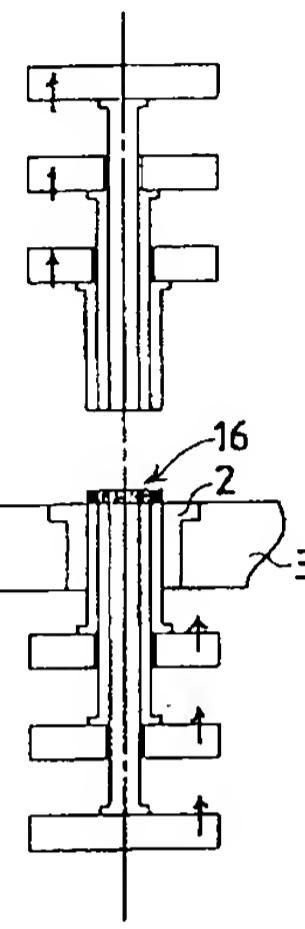
【図27】



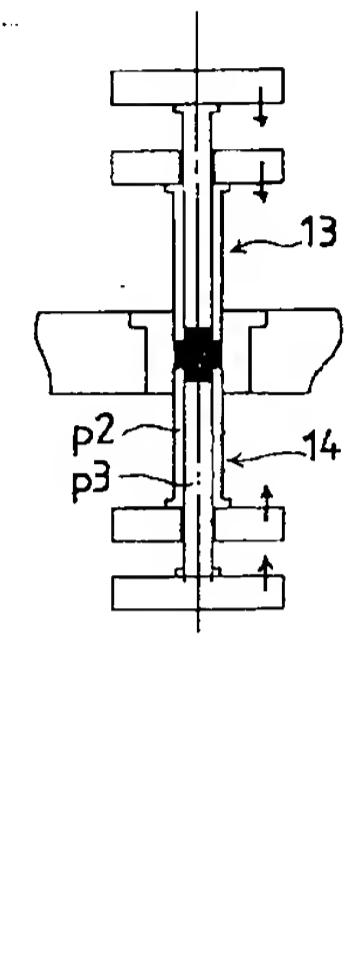
【図28】



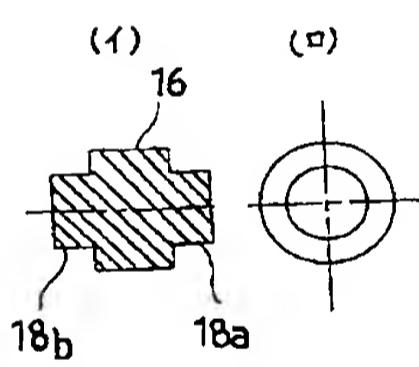
【図29】



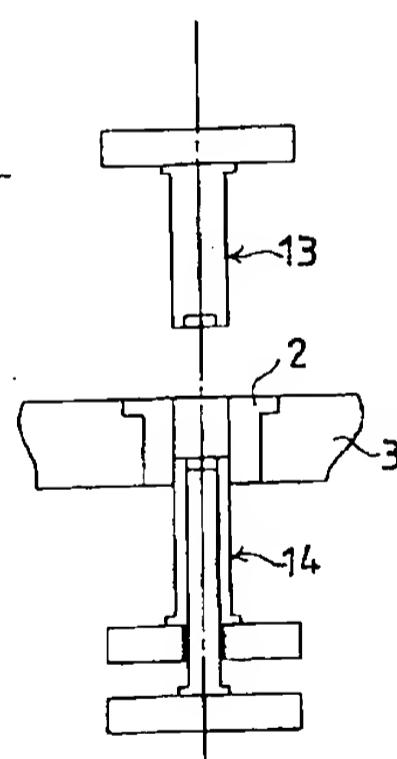
【図40】



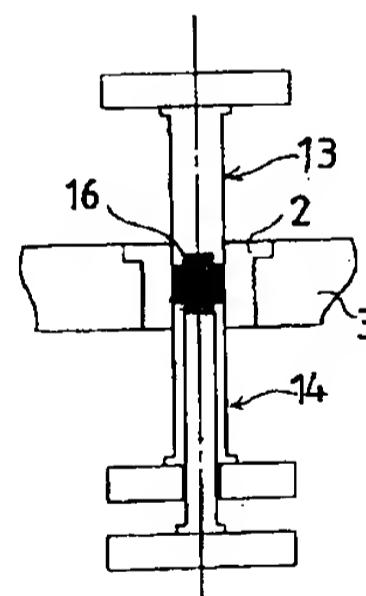
【図30】



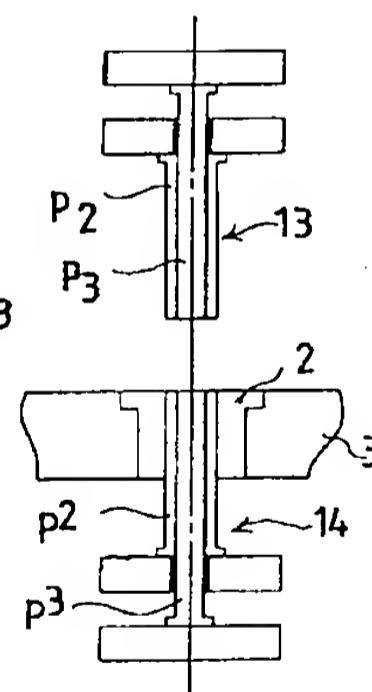
【図31】



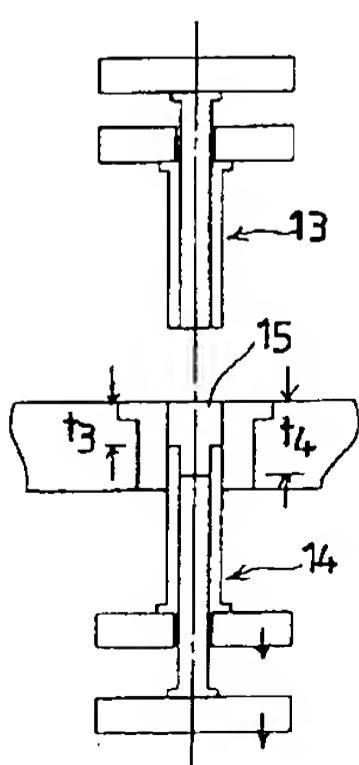
【図32】



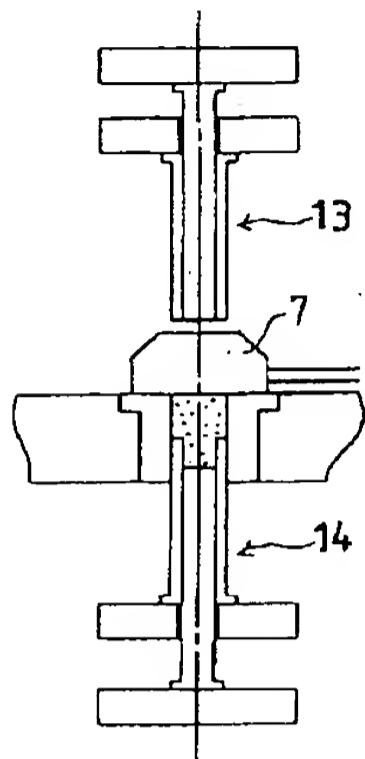
【図33】



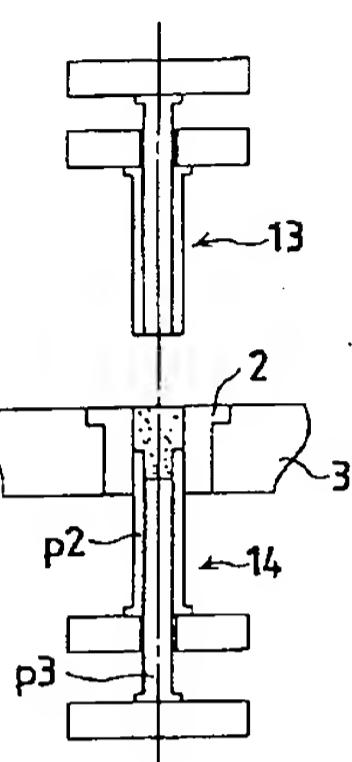
【図34】



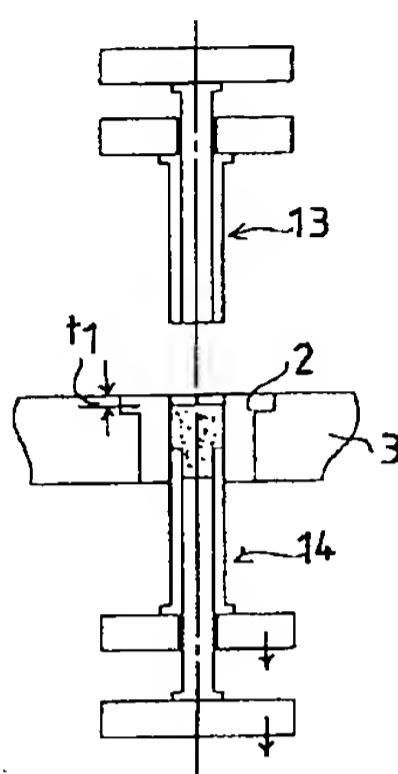
【図35】



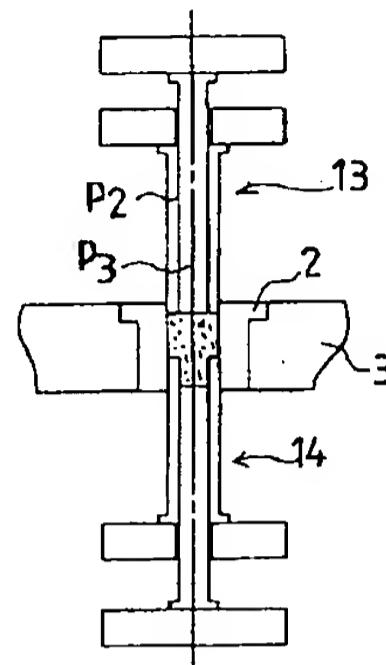
【図36】



【図37】

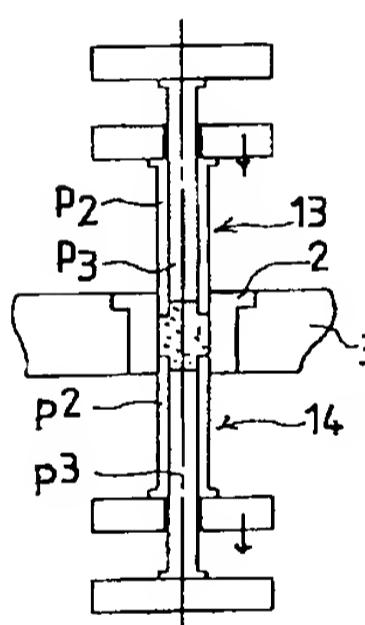


【図38】

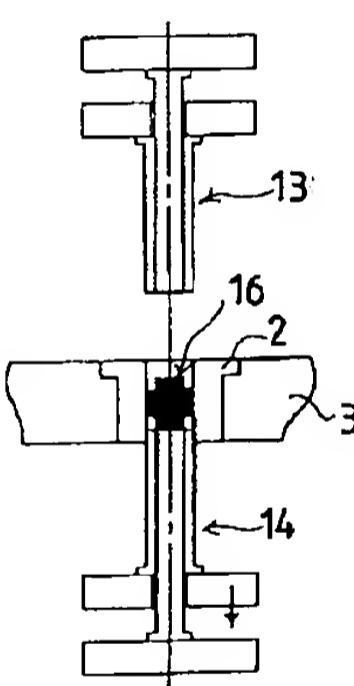


【図45】

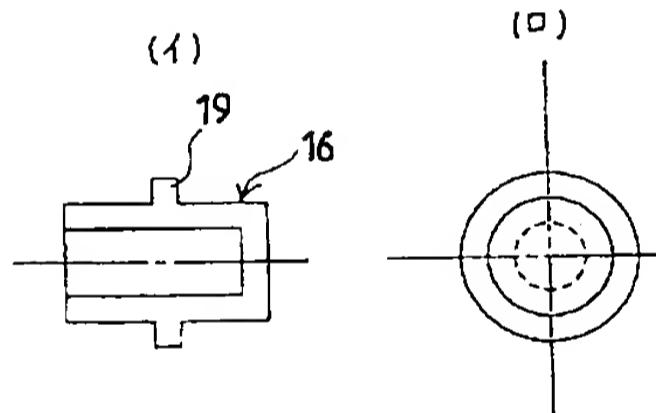
【図39】



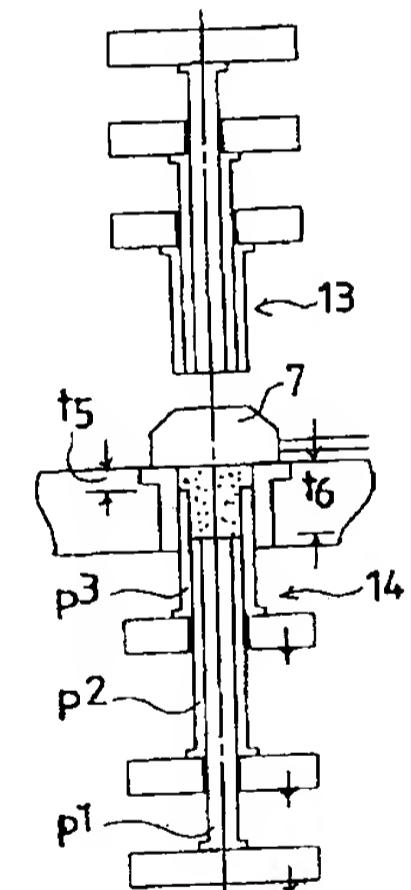
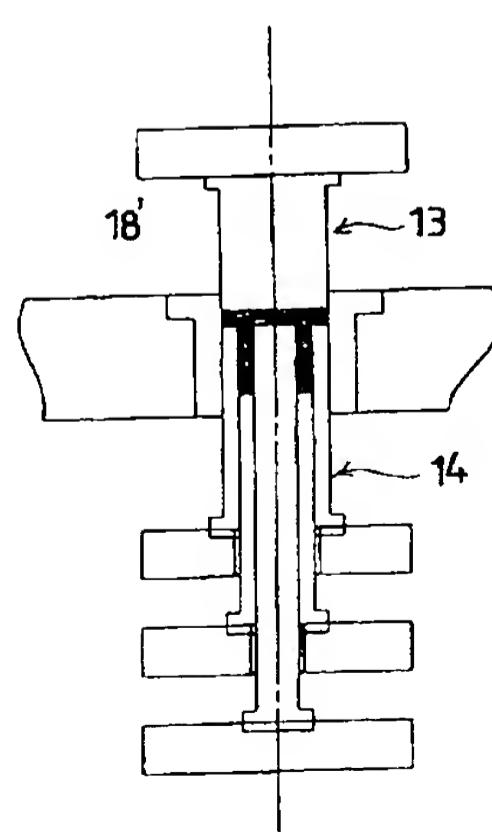
【図41】



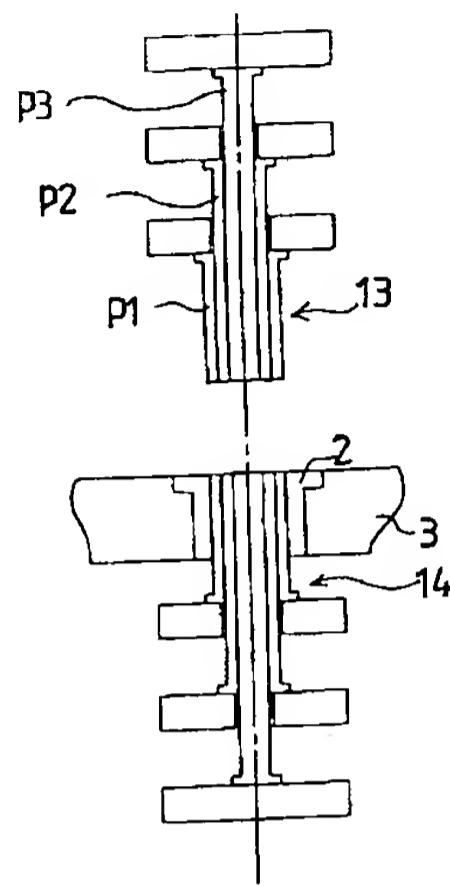
【図42】



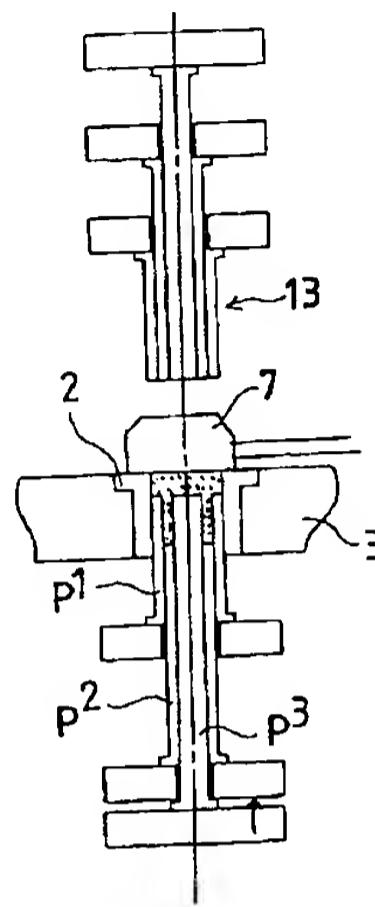
【図43】



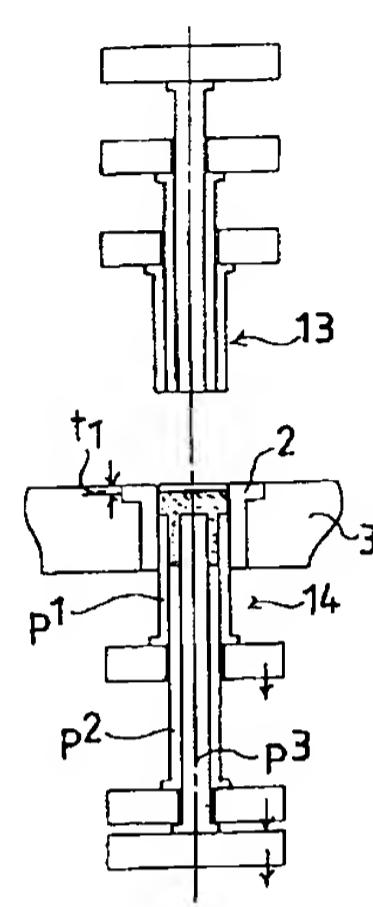
【図44】



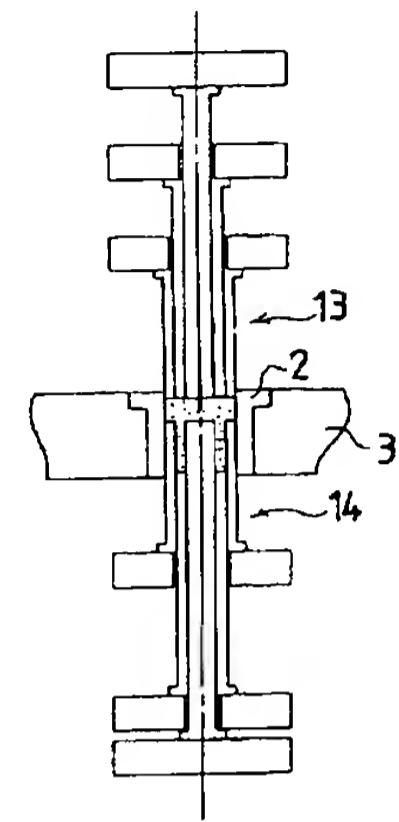
【図46】



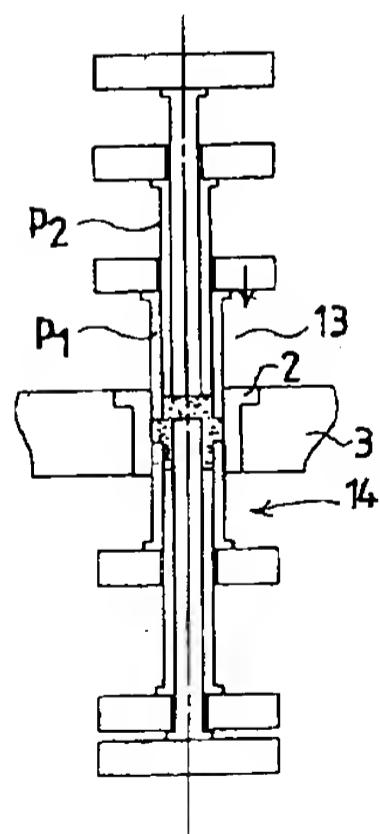
【図47】



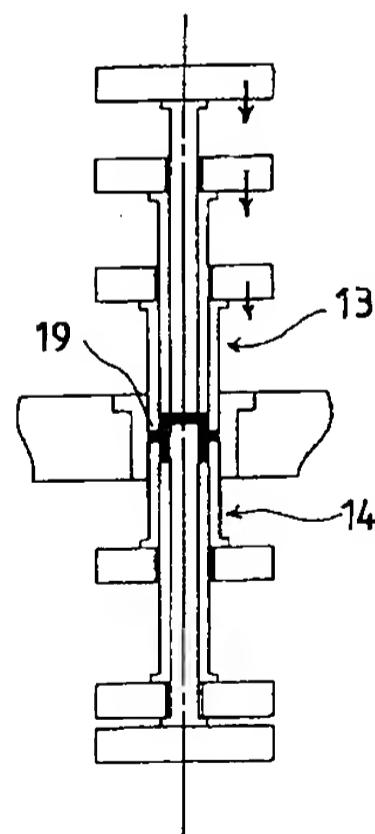
【図48】



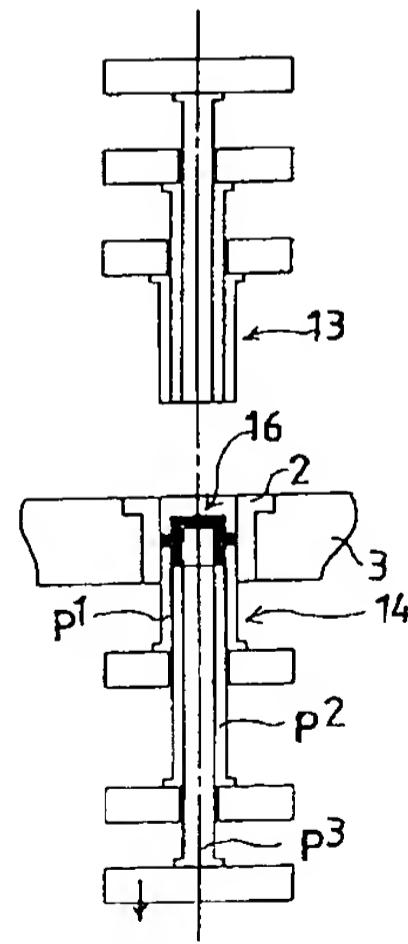
【図49】



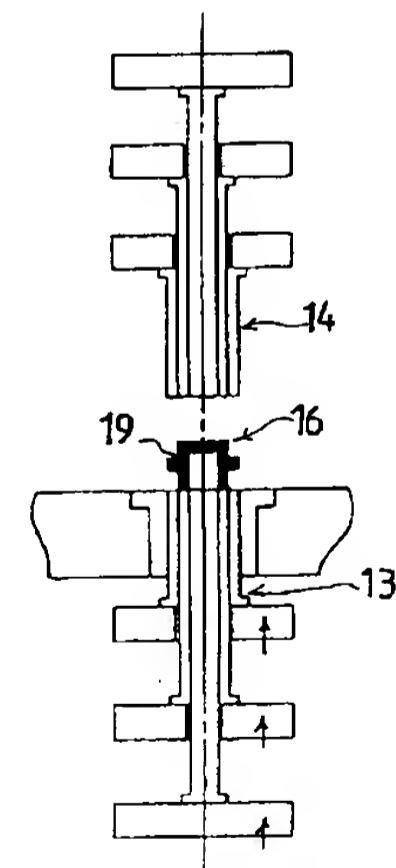
【図50】



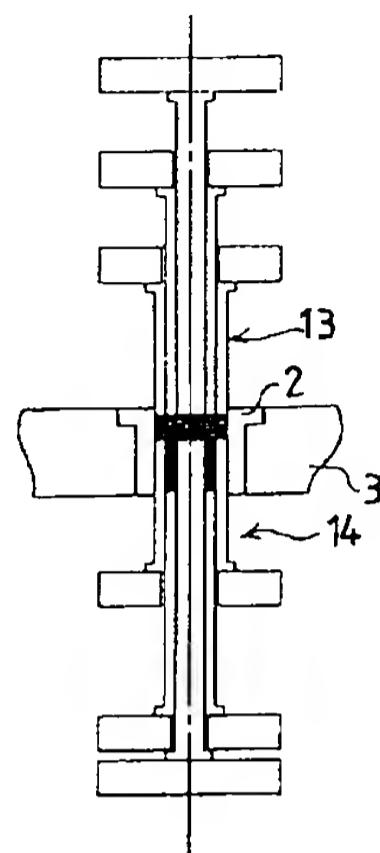
【図51】



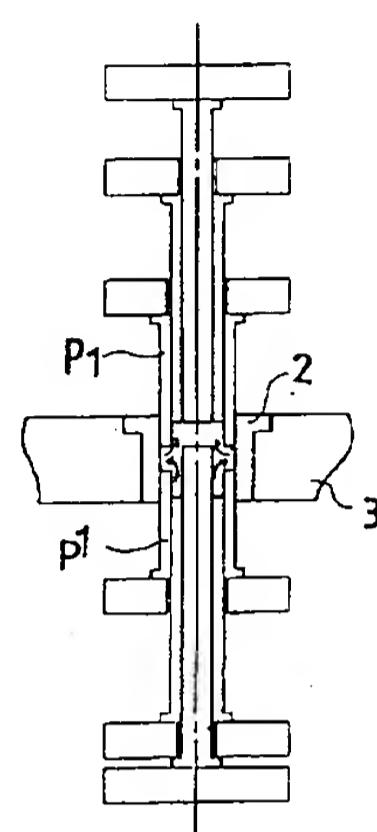
【図52】



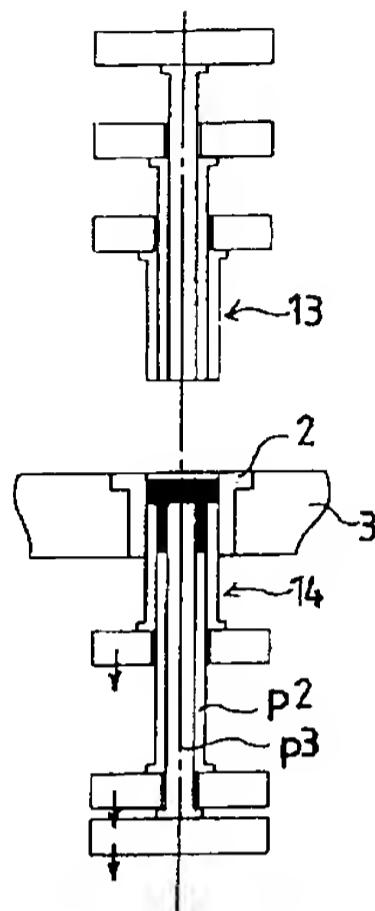
【図53】



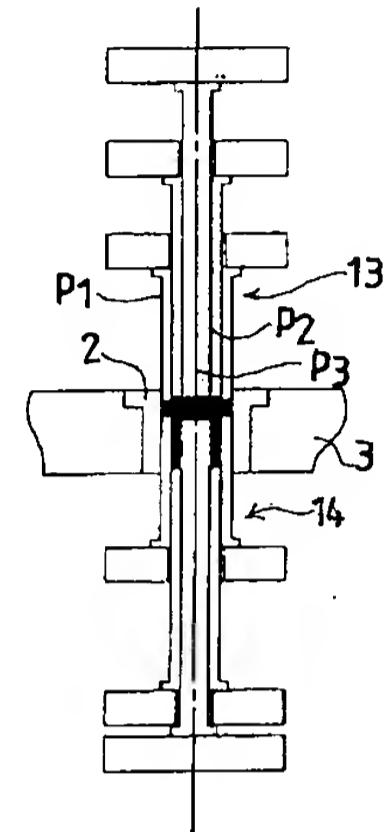
【図54】



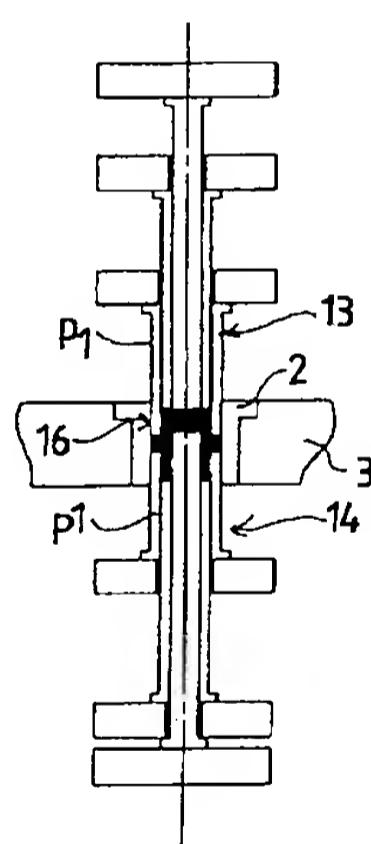
【図55】



【図56】



【図57】



フロントページの続き

(72)発明者 平 尊之

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 フアナツク株式会社商品開発研究所内

(72)発明者 村中 正樹

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 フアナツク株式会社商品開発研究所内

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[Industrial Application] This invention relates to the electromotive making machine of the press type which compresses powder, such as various metals and a ceramic, into multi-stage, and fabricates it in the forming space which a die and punch constitute.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] In the multi-stage fabrication in the conventional powder-molding machine, a setup or an amendment function is not in freedom about operation of the partial punch which constitutes punch, respectively, and distribution about the configuration which can be fabricated, or compression had a limit. Furthermore, drives are a simple oil pressure mechanism and a mere electrical motor, and in order to consider as the movement which set up partial punch, they use the die set. The mechanism of the die set was complicated and was expensive, and whenever the gestalten of mold goods differed, it needs a die set and was still more uneconomical. Moreover, in the conventional drive, neither compressive force nor delicate adjustment of a Plastic-solid size was completed.

#### [0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention has free operation of partial punch, and offers a technical problem the compression-molding method which can be enforced using the electromotive powder-molding machine which can fabricate a wide range gestalt, and this making machine.

#### [0004]

### [Means for Solving the Problem]

[Equipment] Forming space is formed by the die and punch. Punch consists of two or more partial punch. Each partial punch is attached in a pressurization ram, respectively, and a pressurization ram is combined with each straight-line move mechanism which makes a servo motor a driving source. The control unit which controls the drive of each servo motor is formed.

[Method] The compression side by punch is divided into plurality, it presses in the combination of the sequence which set up each parting plane, a position, or compressive force, and the green compact which has a predetermined press side gestalt is obtained.

#### [0005]

[Function] Partial punch constitutes one punch as a whole, and each drives it freely and it forms various press side gestalten (density distribution is included).

[0006] A control unit controls the drive of partial punch and creates the above-mentioned press side gestalt.

[0007] A servo motor is controlled by the control unit and performs the position of each partial punch or compressive force, and timing of an operation.

[0008] It becomes possible to form a press side gestalt freely by dividing a compression side and pressing in the combination of the sequence which set up each parting plane, a timing position, or compressive force.

#### [0009]

[Example] Drawing 1 shows the whole multi-stage electromotive powder-molding machine 1 (only henceforth a making machine) in mechanism, there is a die plate 3 attached in the center possible [ exchange of a die 2 ], and punch units 4 and 5 are caudad arranged with the upper part of a die plate 3. A die 2 has the hole penetrated in the vertical direction. The 1st, the 2nd, 3rd partial punch P (P1, P2, P3 -- drawing 2 ) which were fixed to the 1st, the 2nd, and 3rd

pressurization ram R (R1, R2, R3) with which the upper part punch unit 4 has been arranged in parallel, and these each It consists of servo motors M (M1, M2, M3) which drive to each the straight-line move mechanism D (D1, D2, D3) combined with each pressurization ram R, and these. The straight-line move mechanism D changes the rotation driving force of a servo motor M into rectilinear motion, and is made into the crank structure which is also a redoubling mechanism. To the pressurization rams R1 and R2, the straight-line move mechanisms D1 and D2 and servo motors M1 and M2 are formed a couple every, respectively, it is on an operation and balance on either side is taken. In addition, pressure-sensor S (S1-S3) which detects each compressive force is arranged in the base where each punch P is attached in each pressurization ram R.

[0010] The lower part punch unit 5 is symmetrically arranged with the upper part punch unit 4 on both sides of a die plate 3, and has the same structure as the upper part punch unit 4. That is, it has the 1st, the 2nd, and 3rd pressurization ram r (r1, r2, r3), the servo motor m (m1, m2, m3) which drives partial punch p (p1, p2, p3), the straight-line move mechanism d (d1, d2, d3), and these to each similarly, and pressure-sensor s (s1-s3), and is constituted similarly. A die plate 3 is supported by the base 6 of a making machine 1, and the feeder 7 which supplies the powder for fabrication to the upper surface is arranged. A feeder 7 carries out both-way movement of the home-position position of illustration, and the position of a die 2 with the air actuator 8. The guide bar 9 perpendicular to the both sides of a die 2 is attached in parallel, and while these are equipped with the above-mentioned pressurization rams R and r possible [ vertical movement ], the upper limit and the soffit are connected with the vertical side of a die plate 3 with the up machine frame 10 and the lower machine frame 11. The base of the straight-line move mechanisms D and d in the punch units 4 and 5 of the upper part and a lower part is fixed to the above-mentioned up machine frame 10 and the above-mentioned lower machine frame 11, respectively, and each servo motors M and m are also attached in the machine frames 10 and 11 of the upper part and the lower part, respectively.

[0011] Partial punch P and p is arranged at the same axle by making into a common axis one axis a (compression axis) which penetrated the making machine 1 to lengthwise, and upper partial punch P1 and downward partial punch p1 have the same punch side, and counter. It is the same about other partial punch. That is, in this example, the 1st and 2nd partial punch P1 and P2, and p1 and p2 are tubular, its a cross section is annular, and, in the 3rd punch P3 and p3, the cross section serves as a disk according to the shape of a pillar.

[0012] And each servo motors M and m are connected to the control unit 12 which consists of numerical-control equipment (CNC) with a built-in computer, and a servo amplifier, and the detection output of each pressure sensors S and s is transmitted to the input circuit of Above CNC. In addition, although illustration of connection is omitted, on-off control also of the air actuator 8 of a feeder 7 is carried out by the control unit 12. A control unit 12 can be equipped with the control channel of the number corresponding to each servo motors M and m, and can perform control of operation sequence, operation timing, a position, and compressive force (torque) to each. Each partial punch P and p is driven using the data about the operation sequence, the operation timing, the position, and compressive force of each partial punch P and p which the forming program worked, was inputted from input units, such as a keyboard, and was beforehand set up in the control unit 12 by the system program which that of the mode of control was the same as usual, and was stored in CNC. In addition, about control of compressive force, the case where it is based on the position control based on the set point, and the feedback control based on the detection output value from pressure sensors S and s are switched if needed, and it has become an execute permission. The controlling mechanism of a switch is the same as that of what is indicated by JP,62-207618,A.

[0013] The 1st example of an operation is explained using drawing 2 - drawing 14 . A forming program and each partial punch P1-P3, and the operation data (a position, operation timing, etc.) about p1-p3 presuppose finishing [ an input ]. Each partial punch P and p of the upper bottom all arranges the punch side of a soffit or a upper limit, and is carried out just respectively like upper part punch 13 of one, and lower part punch 14, and the punch side of lower part punch 14 is located in each home-position position which was in agreement with the upper surface of a die plate 3 at the beginning [ of an operation ] ( drawing 2 ). Downward partial punch p descends as lower part punch 14 of one all at once, and the forming space 15 as for which the upper part carried out opening with the die 2 is formed ( drawing 3 ). Downward part II part punch p2 is positioned up, and constitutes annular heights inside the forming space 15 ( drawing 4 ). The air actuator 8 is turned on, a feeder 7 is made to go, and the forming space 15 is filled up with a molding powder ( drawing 5 , drawing 6 ).

[0014] In order to consider as under-filling, only this distance moves downward partial punch p1-p3 below all at once, the molding powder of the forming space 15 interior is lowered below, and some interval t1 is taken to the upper part

( drawing 7 ). That is, only predetermined distance moves lower part punch 14 below as it is, and the above-mentioned interval t1 is made. This is for preventing that a molding powder object disperses, when upper part punch 13 rushes into into the forming space 15 ( drawing 7 ). All at once [ punch / partial / P1-P3 / upper ], upper part punch 13 carries out setting specified quantity descent, and compresses the molding powder object of the forming space 15. When upper part punch 13 has a control unit 12 in position control at this time, it descends and stops to the position set up beforehand. Moreover, when it is in feedback control, it stops in the position used as the thing equivalent to the compressive force which the detection output from each pressure sensors S and s set up. For this reason, in the case of feedback control, since the press side by upper part punch 13 is flattened, a pressure value which is different by each of each partial punch P and p of the upper part and a lower part may be set up ( drawing 8 ). In addition, pressure sensors S and s are shown only in drawing 8 , and illustration is omitted in other drawings.

[0015] If compression is completed, only this distance will go up, it will evacuate from the forming space 15, and each partial punch P which constitutes upper part punch 13 will return to a home position ( drawing 9 ). In lower part punch 14, the projected part II part punch p2 is pulled down till the place whose punch side of the corresponds with the punch side of other partial punch p1 and p3, and a part for a lobe is drawn out from the green compact 16 (mold goods) fabricated by the above-mentioned compression ( drawing 10 ). At this time, the punch side of partial punch p1 and p3 supports a green compact 16, and makes easy drawing of part II part punch p2.

[0016] Only in a repeat range, each partial punch p1-p3 which constitutes lower part punch 14 goes up all at once. That is, lower part punch 14 goes up with a punch side flattened, and raises a green compact 16 to the upper surface of a die plate 3. It raises at this time and speed is controlled according to the property of the green compact 16 which becomes settled in the size of composition of a molding powder object, or the feature and the compressive force at the time of fabrication ( drawing 11 ). By the above, the green compact 16 (mold goods) of the shape of a core which equipped the inferior surface of tongue with the annular crevice can be obtained.

[0017] Drawing 12 -14 are what shows other examples of an operation. in the example of drawing 12 Arrange low the 2nd and the part III part punch p2 and p3 which constitute lower part punch 14 one by one to the 1st partial punch p1, and 15 is formed for forming space. After filling this up with a molding powder object, it is what compresses and fabricates the 2nd and part III part punch P2 and P3 with the upper part punch 13 arranged upwards one by one to part I part punch P1 from the upper part. A green compact 16 is equipped with the press side gestalt from which the press side which was in contact with the upper part and lower part punch 13 and 14 becomes stair-like in a cross section. In the example of drawing 13 , the green compact 16 equipped with the hole is formed in a center section. The 1st and the 2nd punch p1 and p2 are dropped, the annular forming space 15 is made, leaving part III part punch p3 of lower part punch 14 in the state of a home position, and this is filled up with a molding powder object. namely, subsequently By the upper part punch 13 by which the punch side made partial punch P3 the position which touches the punch side of above-mentioned partial punch p3 at the time of the completion of compression, it compresses and is obtained from the upper part.

[0018] Furthermore, the example of drawing 14 is what compressed as arrangement which the punch side of the 3rd punch p3 in the part III part punch P3 in upper part punch 13 and lower part punch 13 does not contact in the example of above-mentioned drawing 13 at the time of the completion of compression, either, and can obtain the green compact 16 of a small wheel configuration. Since a setup of the sequence of the operation, timing, a position, or compressive force can perform freely to each each partial punch P and p which constitutes upper part punch 13 and lower part punch 14 like the above example of an operation, the forming program and the set point which are inputted into a control unit 12 can only be changed, and the green compact 16 equipped with various press side gestalten by the same die and same punch can be obtained.

[0019] Compression forming currently performed in the above-mentioned example is a method of obtaining the green compact 16 which divides the compression side by upper part punch 13 lower-part punch 14 into plurality, presses in the combination of the sequence and timing which set up each parting plane, a position, or compressive force, and has a predetermined press side form, by constituting upper part punch 13 and lower part punch 14 from partial punch P and p. In addition, although the number of the partial punch P and p which constitutes upper part punch 13 and lower part punch 14 is made into three pieces in this example, respectively, a number is not limited and numbers may differ in the upper part and a lower part. Furthermore, the straight-line move mechanisms D and d may be other link mechanisms, such as not only a crank formula but a toggle mechanism, a screw thread, a nut mechanism, etc.

[0020] Otherwise, the following compression-molding methods can be performed using this multi-stage electromotive

powder-molding machine 1.

The [direction extension of path fabricating method] Drawing 15 is the green compact 16 which used other metal powders for a metal powder and pars intermedia as a molding powder object in the core at ceramic powder and the periphery, and was fabricated by one, and drawing 16 is the green compact 16 which raised intensity (fine-particles density) from the center section hierarchical to the periphery with the molding powder object of the same kind. It became impossible to obtain the above green compacts 16 in the conventional powder molding, since the fine particles of the forming space 15 interior are mixed at the time of compression or it flows. However, if the above-mentioned multi-stage electromotive powder-molding machine 1 is used, the purpose can be attained by taking an operation mode like drawing 17 - drawing 29.

[0021] Extension fabrication of different-species fine particles is performed as follows. The operation data (a position, operation timing, etc.) about each partial punch p1-p3 which constitutes each partial punch P1-P3 which constitutes a forming program and upper part punch 13, and lower part punch 14 presuppose finishing [ an input ]. Moreover, the number according to the kind of molding powder object is prepared on a die plate 3, and a feeder 7 is used alternatively. Upper part punch 13 flattens a punch side, and is located above a die plate 3, it is making the punch side of lower part punch 14 correspond with the upper surface of a die plate 3, and each part is in a home-position position at the beginning [ of an operation ], respectively ( drawing 17 ). First, only the set-up predetermined distance t2 descends, part III part punch p3 of lower part punch 14 makes 1st fabrication space 15a in the center section of the die 2, and a feeder 7 supplies the 1st forming metal powder to this ( drawing 18 , drawing 19 ). Only the part III part punch P3 in upper part punch 13 descends, the fine particles of 1st fabrication space 15a are compressed, and part I part green-compact 17a is formed ( drawing 20 ). Compression is performed by the feedback control using position control or pressure sensors S and s.

[0022] Part III part punch P3 of upper part punch 13 returns to a home position, part III part punch p3 of lower part punch 14 goes up, and the upper surface of 1st green-compact 17a is arranged with the upper surface of a die plate 3 ( drawing 21 ). The state is maintained, only the part II part punch p3 in lower part punch 14 descends shortly, and annular 2nd fabrication space 15b is formed in the circumference of the 1st green compact 17 ( drawing 22 ). A feeder 7 moves, 2nd fabrication space 15b is filled up with the ceramic powder for fabrication, only the distance with same the 2nd of upper part punch 13 and part III part punch P2 and P3 moves, and the fine particles of 2nd fabrication space 15b are compressed. At this time, part III part punch of the lower part punch 14 which put 1st partial green-compact 17a on the punch side retreats to the punch side of downward part II part punch p2 by position control or the feedback control by compressive force ( drawing 23 , drawing 24 ). Since the inner circle wall of 2nd fabrication space 15b is formed on the side of part I part green-compact 17a at this time, of compression, the fine particles of 2nd fabrication space 15b are fabricated by one involving part I part green-compact 17a, and part II part green-compact 17b is formed.

[0023] The 2nd in upper part punch 13 and part III part punch P2 and P3 are returned to a home position, and the 2nd in lower part punch 14 and part III part punch p2 and p3 push up part II part green-compact 17b, and make the upper surface in agreement with the upper surface of a die plate 3 ( drawing 25 ). Hereafter, 3rd fabrication space 15c is formed ( drawing 26 ), this is filled up with the 2nd forming metal powder ( drawing 27 ), whole upper part punch 13 flattens the punch side, and descends [ downward part I part punch p1 descends, ] shortly similarly, and the fine particles of 3rd fabrication space 15c are compressed. At this time, the 2nd of a lower part and part III part punch p2 and p3 descend to the position whose punch side of the corresponds with the punch side of downward part I part punch p1 ( drawing 2 ). And while upper part punch 13 moves upwards and returns to a home position, lower part punch 14 extrudes the green compact 16 which went up as it is and was completed on the upper surface of a die plate 3, and returns to a home position. In addition, when extruding a green compact 16, the state where the green compact 16 was pressed by upper part punch 13 and lower part punch 14 like drawing 28 may be maintained, it may push out on the upper surface of a die plate 3, care of health which loosens the pressure force gradually after that may be performed, and it may prevent that a crack occurs in a green compact. The green compact 16 of different-species fine particles is obtained by the above.

[0024] Fabrication of the green compact 16 from which intensity differs hierarchical in the direction of a path In the above-mentioned extension fabrication method, when forming the 1st, the 2nd, and 3rd forming space 15a, 15b, and 15c Carry out feedback control by the pressure sensor, or [ adjusting the fill of the powder for fabrication with which it is filled up with the movement magnitude of downward corresponding partial punch p ] Or it is obtained by restricting the compressive force of the partial punch P and p at the time of partial compression by the torque limit control of each

servo-motor unit etc. When press force differs in the case of a torque limit control, irregularity may be attached to the press side of a green compact 16. Compression forming currently performed in the above-mentioned operation process gives sequence to one forming process, combines two or more powder restoration steps for fabrication and compression steps with it, and is characterized by connecting the following compression-molding portion with the compression-molding portion formed previously.

The [type inner move fabrication method] Like drawing 30 , fabrication of the green compact 16 which has projected parts 18a and 18b on the upper surface and the undersurface is conventionally performed by pressing by the upper part punch 13 and the lower part punch 14 which formed the crevice in the punch side like drawing 31 . However, when the crevice of upper part punch 13 is not fully filled up with fine particles at the time of press but a forming result is seen, the fine-particles density in projected part 18a on top is lower than other portions, and there is a difficulty that the intensity of this portion becomes low. moreover -- since it cannot be filled up with sufficient molding powder object for a part for the lobe even if it is going to fabricate the parts which have the portion which projects in the upper part from a flange 19 like drawing 42 by the conventional forming method -- a design stage -- part 18' like drawing 43 -- not changing -- there was a difficulty that it did not obtain and suitable parts could not be obtained

[0025] Move fabrication in a mold is performed by the next operation shown in drawing 33 - drawing 41 . The operation data (a position, operation timing, etc.) about each partial punch p1-p3 which constitutes each partial punch P1-P3 which constitutes a forming program and upper part punch 13, and lower part punch 14 presuppose finishing [ an [ an input ]. In addition, since the upper part and a lower part should just use the 2nd, the 3rd partial punch P2 and P3, and p2 and p3 among each partial punch P and p, and it is simple, fabrication of the green compact 16 which has projected parts 18a and 18b in a vertical side is omitting illustration of up-and-down part I part punch P1 and p1.

[0026] Upper part punch 13 flattens a punch side, and is located above a die plate 3, it is making the punch side of lower part punch 14 correspond with the upper surface of a die plate 3, and each part is in a home-position position at the beginning [ of an operation ], respectively ( drawing 33 ). First, only the predetermined distance t3 and t4 ( $t3 < t4$ ) which the 2nd of lower part punch 14 and part III part punch p2 and p3 set up descends, the forming space 15 where a center section is low is made in the center section of the die 2, and a feeder 7 supplies a molding powder object to it at this ( drawing 34 - drawing 36 ). The irregularity of the punch side in the lower part punch 14 at this time is a form expected to the fabricated green compact 16. In order to consider as under-filling, only this distance moves downward partial punch p2 and p3 below all at once, the molding powder of the forming space 15 interior is lowered below, and some interval t1 is taken to the upper part ( drawing 37 ).

[0027] upper partial punch P2 and P3 -- both -- that is, upper part punch 13 carries out setting specified quantity descent, and closes the forming space 15 first ( drawing 38 ) Upper partial punch P2 and downward partial punch p2 are simultaneously moved to a position, the fine particles closed by upper partial punch P2 and downward partial punch p2 are moved, and a periphery portion is formed. At this process, it does not depend on a flow of fine particles, and in order to move fine particles partially in the closed field, only a certain place does not have density with a bird clapper low ( drawing 39 ). Subsequently, with the relative physical relationship of each partial punch P and p of the upper part and a lower part maintained, lower part punch 13 is thrust up up and compresses the fine particles of the forming space 15 interior ( drawing 40 ). This compression is performed by the feedback control using position control or the detection output of pressure sensors D and d. In addition, after carrying out a certain amount of temporary compression at this time, fabrication which makes a portion with high intensity partially can be performed by compressing only a part for a flange further between partial punch P3 and p3.

[0028] And although upper part punch 13 returns to a home position ( drawing 41 ) and it subsequently is not illustrating while downward part II part punch p2 descends and doubling the punch side with the field of part III part punch p3, lower part punch 13 extrudes the green compact 16 which moved upwards and was fabricated on the upper surface of a die plate 3 as it is.

[0029] Next, like drawing 42 , by hollow, it is attached to the forming operation of the green compact 16 which has a projected part up, and states simple from a flange 19. In this case, partial punch P1-P3, and p1-p3 are used, and the operation of the feeder 7 by the air actuator 8 is made into a single acting type, and let the ON signal be a required thing at the delivery and pull back, respectively. Suppose finishing [ a forming program required for a control unit 12, and an input of data ]. Each home position has upper part punch 13 and lower part punch 14, and the punch side of lower part punch 14 is in agreement with the upper surface of a die plate 3 at the beginning [ of an operation ] ( drawing 44 ).

[0030] First, it is moved to the position of a die 4 and a feeder 8 stops in the position. Subsequently, the fine particles of

the feeder 8 interior are attracted and filled up with each partial punch descending in forming space at the same time downward part I part punch p1 descends only in the predetermined distance t5, the 2nd of a lower part and part III part punch p2 and p3 descend only in t 6 and a center section forms the deep forming space 15 ( drawing 45 ). Downward part III part punch p3 is raised, and it is made in agreement [ closing the forming space 15 with a feeder 8 ] with the punch side of downward part I part punch p1 ( drawing 46 ).

[0031] After returning a feeder 8 to a home position, the lower part punch 14 which defined the relative position of each partial punch p as mentioned above is dropped as a whole, and the under-filling space t1 is formed ( drawing 47 ).

[0032] Upper part punch 13 is dropped, the forming space 15 is closed ( drawing 48 ), subsequently, only predetermined distance drops upper part I part punch P1, and the gestalt of the punch side in upper part punch 13 is prepared. At this time, the fine particles in forming space move and the upper part crevice formed in the punch side of upper part punch 13 is also fully filled up with a molding powder object. Subsequently, it descends, while upper part punch 13 had maintained the relative position of each partial punch P, and fine particles are pressed ( drawing 50 ). If flange 19 portion is compressed by part I part punch P1 and p1 more strongly than others at this time, intensity of flange 19 portion can be made high. Upper part punch 13 returns to a home position, with lower part punch 14, it descends till the place whose central part III part punch p3 corresponds with the punch side of part II part punch p2, and a centrum is formed. The green compact 16 is supported by the punch side of downward partial punch p1 and p2, and this draw is performed smoothly ( drawing 51 ). Subsequently, after the 2nd of a lower part and part III part punch p2 and p3 move simultaneously to the position of the punch side of part I part punch p1 first, the lower part punch 14 whole goes up with part I part punch p1, and a green compact 16 is extruded on the upper surface of a die plate 3. Thus, the green compact 16 which projected to the flange 19 upper part and was equipped with the portion can be fabricated.

[0033] After the operation of this move fabrication in a mold fills up the forming space 15 with fabricated type powder as above, it is characterized by to move the molding powder inside forming space by closing this space by punch 13 and 14 of the upper part and a lower part, defining the position of each parting plane constituted before press by each partial punch P and p of above-mentioned punch 13 and 14, and forming a press side gestalt.

The [type inner compression move fabrication method] When fabricating the green compact 16 which has a projected part above the flange 19 as shown in drawing 42 , suppose that the flow fabrication method in a mold is used, and the forming space 15 is filled up with a molding powder object as mentioned above. When the 1st upper punch P1 is dropped to prepare the punch side gestalt of upper part punch 13, a bird clapper has unstably the fine-particles density of the part which should serve as a flange 19 according to the fluid feature of fine particles. The compression move fabricating-in mold method prevents such a situation, and is performed by the next operation shown in drawing 55 - drawing 57 . If attached to a forming program, data, etc. like other cases, the control unit 12 shall be prepared.

[0034] Lower part punch 14 descends, further, downward part II part punch p2 descends, and the forming space 15 which equipped the pars basilaris ossis occipitalis with the annular crevice is made from the initial state which has upper part punch 13 and lower part punch 14 in a home position. Subsequently, after filling up with the fine particles for fabrication, whole lower part punch 14 descends a little, and is made into an under-filling state ( drawing 55 ).

[0035] The fine particles with which upper part punch 13 was filled up by descending are compressed lightly (temporary press). Thereby, a fluidity is stopped where the fine particles of the forming space 15 interior are mostly distributed over homogeneity ( drawing 56 ). Subsequently, part I part punch P1 and p2 of the upper part and a lower part is moved to the set-up position which should form a flange. This movement is performed in the state where temporary compression of the fine particles is carried out, and the actual press of the whole is carried out after that ( drawing 57 ). In this case, since fine particles are moved where temporary compression is carried out, or it is in others, movement of the fine particles of the from else can be prevented and the density of a move portion can be stabilized. Thus, the target green compact 16 can be obtained.

[0036] Therefore, this forming method considers the press by punch 13 and 14 of the upper part or a lower part as this press and the previous temporary press, and is characterized by moving some parting planes formed by partial punch P and p, and completing a press side gestalt after temporary press.

[0037] The above is an example. Punch 13 and 14 of the upper part and a lower part may press the fine particles of the forming space 15 from the upper and lower sides. Moreover, partial punch may be not concentric circle-like division but division of a radial or others.

[0038]

[Effect of the Invention]

[Claims 1, 2, and 3] In the same multi-stage electromotive powder-molding machine, the mold goods which could set up comparatively freely the distribution of the configuration of the green compact as mold goods, density, or a material etc., consequently were equipped with various press side gestalten can be obtained. Moreover, a die set etc. is not needed, but since a setup of various data is easy, it can perform changing the gestalt of mold goods simply.

[Claim 4] The green compact of different-species fine particles can obtain the mold goods constituted from a direction of a path by one, and the mold goods with which fine-particles densities differ hierarchical in the direction of a path, and the field of the invention of compression molding is expanded.

[Claim 5] Even if it is the press side gestalt which has irregularity in a press side, a concavo-convex portion is fully filled up with the powder for fabrication, and mold goods with homogeneous fine-particles density can be obtained.

[Claim 6] It projects, even if it is the mold goods which have the portion which projected from the side like a flange, and powder density in a portion is made uniform, and what has high intensity can be obtained.

---

[Translation done.]